

*G. Couvreur, J. Dresch, F. Joly,  
J. Le Coz, G. Maurer, A. Pujos, R. Raynal*

## EXCURSION DANS LE MOYEN ATLAS, LE HAUT ALAS ORIENTAL ET LE RIF

(21—31 octobre 1959)

*21 octobre: 1<sup>ère</sup> partie — De Rabat au Moyen Atlas. Directeur :  
M. Couvreur, (Meknès).*

### LA MESETA COTIERE

Cette région large de 50 à 80 kms s'élève insensiblement du niveau de la mer à l'altitude de 500 m et vient buter contre la flexure qui a relevé le Massif Central ou Massif d'Oulmes. Le socle hercynien est masqué par des dépôts marins ou continentaux du tertiaire ou du quaternaire dont la nature commande les aspects du paysage géographique.

La Forêt de la Mamora croît sur des formations rouges villafranchiennes délavées en surface en un sable gris.

Dans le Pays Zemmour alternance de limons rouges (hamris) de bancs de cailloutis, de concrétions ferrugineuses masquant le miocène gréseux.

Vers l'oued Beht collines dans les marnes miocènes avec contrastes de versants ravinés ou soliflués attestant que l'on passe du secteur humide au secteur continental.

La vallée de l'oued Beht étranglée par surimposition et antécédance dans le calcaire liasique montre sur la rive droite un bel emboîtement de terrasses.

### LE PLATEAU DE SAIS

Le Saïs correspond au fond d'un lac pliocène limité au Sud par la plaine d'El Hajeb et au Nord par les rides pré-rifaines.

Des flexures d'amplitudes variables ont déformé la dalle de calcaire lacustre. Delle d'Ain Taoudjate a surélevé le Plateau de Meknes par rapport à la Plaine de Fès.

Les limons superposés à la croûte sont décapés par l'érosion à l'endroit de ces flexures. Ailleurs les riches terres de cultures ont donné lieu à une importante colonisation européenne.

*21 octobre : 2<sup>ème</sup> partie — Les Causses du Moyen Atlas Septentrional. Directeur: M. Couvreur.*

#### GENERALITES

A partir d'El Hajeb, l'itinéraire traverse un ensemble de hauts plateaux étagés en gradins de 1000 à plus de 2000 m. Ils sont constitués par des calcaires dolomitiques faiblement karstiques (lapiez surtout) ou de la dolomie sableuse du Lias inférieur; exceptionnellement par des calcaires plus massifs du Domérien. Ce matériel repose, par l'intermédiaire des marnes et des basaltes du Permo-Trias, sur le socle primaire.

Plusieurs surfaces d'érosion tranchent les couches faiblement ondulées, ce qui, joint à la rareté des vallées, sèches pour la plupart, donne un paysage mou, souvent un moutonnement confus de croupes basses. Les épanchements volcaniques ont ajouté quelques amples pustules d'où divergent des coulées très fluides qui ont comblé les dépressions. Deux exceptions cependant:

1° A l'Ouest, le long d'un anticlinorium primaire, qui a rejoué jusqu'à une époque récente, le cosle hercynien, disséqué en crêtes appalachiennes, apparaît dans une ample boutonnière (Paysage d'Ito).

2° Au Sud, courant du Nord-Est au Sud-Ouest, une dorsale calcaire, sorte de horst haché de failles, partage en deux les causess. Le relief, plus vigoureux, est formé de hautes collines ou de longues crêtes.

A ne considérer que les régions liasiques cependant, le relief n'est pas complètement uniforme dans le détail. Au Nord, la roche à nu apparaît plus souvent sur les versants; on ne trouve de formations superficielles que dans le fond des vallées sèches. Au Sud, au fur et à mesure que l'altitude augmente, des formations superficielles plus épaisses, et surtout plus généralisées donnent souvent aux versants un profil plus adouci en même temps que la forêt apparaît, vers 1300 m. Cette forêt, d'ailleurs discontinue, est constituée en bas de chênes-verts, puis de chênes zéens et de cèdres (au-dessus de 1800 m).

Le bard de la route et de rares carrières permettent d'examiner les formations superficielles. Les plus belles coupes correspondent aux re-

liefs les plus accentués (escarpements de faille, rebords d'érosion, profonde vallée de l'oued Tizguit).

#### ETUDE DE QUELQUES FORMATIONS

Trois séries de coupes nous arrêteront:

1° En premier lieu aux environs du point le plus élevé de l'itinéraire: le Tizi-n-Tretten, passage ouvert à 1930 m dans la dorsale.

Ici, le fond des vallons secs, au lieu d'être cultivé comme aux environs d'El Hajeb, est occupé par une prairie d'altitude qui demeure humide en été: l'*almou*. Cet almou s'est développé sur un matériel meuble qui apparaît dans plusieurs coupes, au Nord du col le long de la route ou dans l'entaille d'un lit d'oued sec (fig. 2).

On y distingue des lits de galets de Lias, très faiblement émoussés, de dessin irrégulier, atteignant parfois plus d'un dm. de plus grande largeur. Ces lits de cailloux sont englobés dans une matrice terreuse de couleur sombre (de brune à noire selon les coupes). On ne constate aucune trace de consolidation: c'est le faciès classique du périglaciaire grimaldien-soltanien (Wurm). Au-dessus de l'almou, sur les versants, apparaissent des „banquettes gazonnées”: en arrière des touffes de végétation se localisent des plaques de boue avec une amorce de tri des matériaux. Certaines touffes ont basculé. Au pied du col, immédiatement à l'ouest de la route, on peut voir des bourrelets de solifluxion dans l'almou: nous sommes à la limite inférieure du champ d'action des phénomènes périglaciaires actuels. Belle forêt (chênes et cedres).

2° Des deux autres séries de coupes intéressantes la première est fournie par le „Val d'Ifrane”. C'est l'une des rares vallées de la région où l'eau coule en surface. L'oued, abondant toute l'année, descend en cascade sur un plancher de travertins au milieu d'une végétation de pays tempéré humide entre 1625 et 1480 m d'altitude. Des falaises ou des versants raides de 100 à 150 m de dénivellation enserrant le „val”.

Une coupe très intéressante peut être observée en face de l'entrée du refuge. Mieux lité que vers le Tizi-n-Tretten, le matériel est à peu près identique; par contre la matrice, plus sableuse, est d'une couleur ocre rouge (la roche en place est ici très souvent formée de dolomie sableuse de couleur identique). La formation semble homogène; la couleur cependant passe au brun foncé dans la partie supérieure de la coupe.

Dans le dernier tournant avant que la route ne quitte le „val” une coupe dans le versant d'un vallon affluent sec semble montrer une évolution plus complexe. En bas, nous retrouvons une formation semblable à celle qui

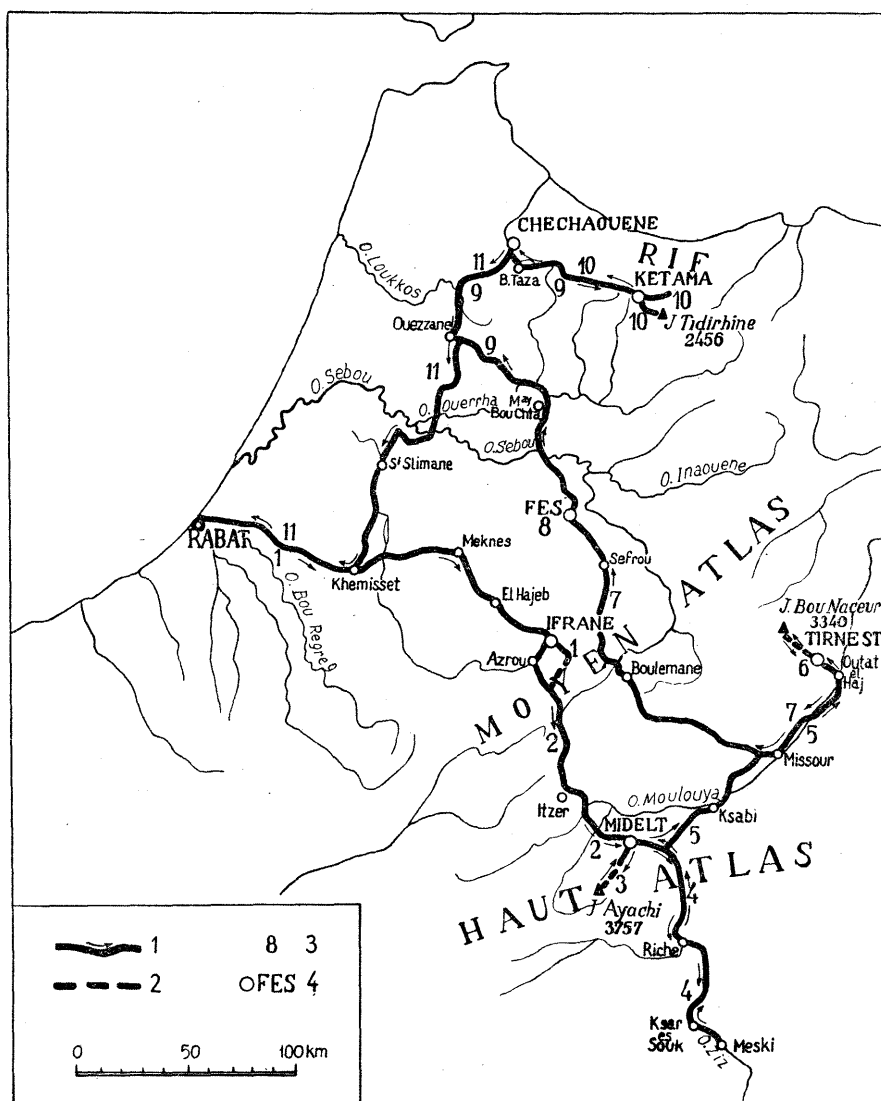


Fig. 1. Croquis d'itinéraire

itinéraire (avec sens): 1. en automobile, 2. à pied; 3. numération des journées; 4. ville-étape

est décrite dans la coupe précédente (fig. 3). Mais alors que dans la partie gauche de la coupe le changement de couleur (passage de l'ocre-rouge au brun et au noir) se fait par transition peu sensible, à droite la formation brun-noir paraît raviner la précédente, le matériel demeurant identique.

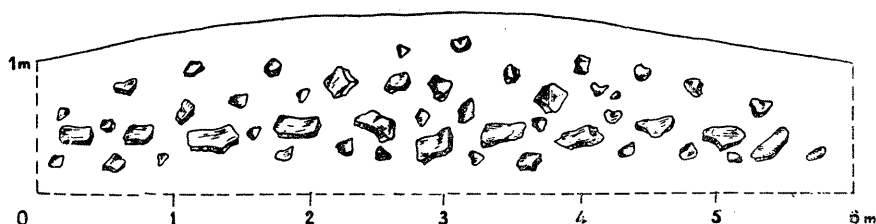


Fig. 2

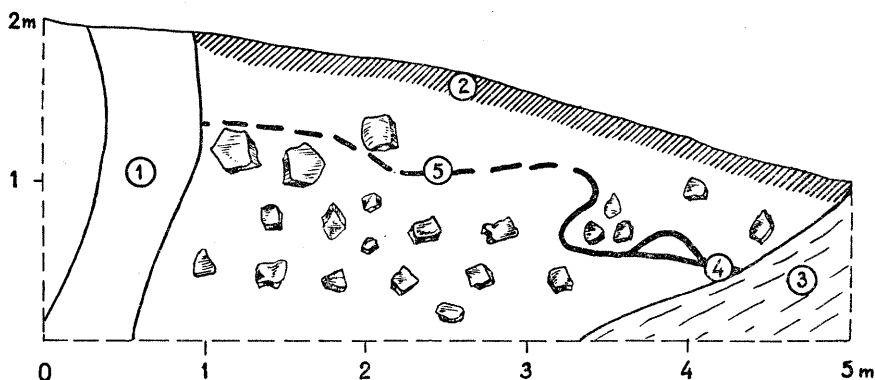


Fig. 3

1. grosse racine; 2. couche d'humus noir à radicelles serrées; 3. éboulis cachant la coupe; 4. surface de ravinement nette; 5. passage de la matrice claire à la matrice foncée, par transitions

Surtout la formation rougeâtre paraît se poursuivre en glacis — terrasse de part et d'autre du vallon sec. Terrasse qui paraît antégrimaldienne (= antéwurmienne).

En continuant la route vers El Hajeb, à la limite de la forêt, après le col qui domine la plaine de Sidi Aïssa, dans une carrière (altitude 1250 m), on observe une autre coupe (fig. 4). Quelques lits de cailloux anguleux à la partie supérieure d'une formation sableuse rouge brique: l'origine périglaciaire de cette formation grimaldienne est discutable. Cependant, plus bas, les formations du Grimaldien-Soltanien passent franchement à la *terra rossa*.

3° Les dernières coupes correspondent aux grands versants, qui forment les rebords de la boutonnière primaire, et à cette dernière elle-même le long des routes Ifrane—Azrou et Azrou—Midelt.

a. A quelques kilomètres d'Ifrane, là où descente vers le fond de la boutonnière s'amorce (au point où l'on quitte le Lias pour les argiles et

les basaltes pourris du Permo-Trias, vers 1650 m d'altitude) apparaît une belle coupe où se superposent au moins deux formations (fig. 5a). Une croûte à fort pendage recouvre une brèche de moins en moins cimentée vers le bas. Cette brèche est formée d'éléments du Lias atteignant souvent 1 dm (et plus) de plus grande largeur. Le ciment ocre est tellement soudé aux éléments du Lias que les coups de marteau donnent des éclats qui tranchent indifféremment l'ensemble. Cette formation correspond à un glacis-versant dont la partie amont a complètement disparu : c'est une formation de périglaciaire ancien, au moins antégrimaldien (croûte).

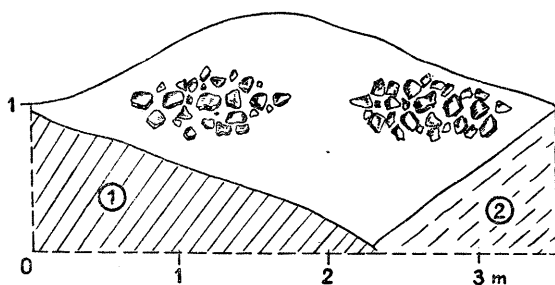


Fig. 4.

1. roche en place; 2. éboulis

Une autre formation de pendage beaucoup plus modéré ravine la précédente. Elle offre de bas en haut deux faciès. En bas une grèze nivale à très petits éléments; consolidation faible ou nulle. Au dessus par transitions peu sensibles les fragments de Lias deviennent plus gros (à peu près la même taille que dans les coupes 2 et 3); le litage est moins régulier, la matrice paraît un peu plus foncée. Cette partie de la coupe paraît correspondre au périglaciaire grimaldien-soltanien.

b. Un peu plus loin, en descendant, on ne trouve plus que la formation supérieure grossière, directement posée sur le Permo-Trias et mêlée à d'énormes éboulis du front de la cuesta du Lias. Les blocs de l'éboulis atteignent souvent 1 m d'arête.

A Azrou, au carrefour des routes Azrou—Ifrane et Azrou—Midelt, coupe très différente des précédentes. Nous sommes à nouveau à une altitude assez basse (1400 m environ) et la roche en place est ici constituée par les schistes (viséens?) du socle primaire.

Dans une matrice claire, brun-grisâtre, se superposent des lits très réguliers d'une petite grèze bien litée. Les éléments (schisteux) ne dépassent que rarement quelques centimètres; souvent même leur plus grande

dimension ne dépasse pas quelques millimètres: il semble que nous soyons encore à la limite du Soltanien périglaciaire (Notons qu'ici encore nous sommes aussi à celle de la forêt).

Enfin, sur la route Azrou—Midelt à l'entrée de la forêt de chênes-verts la tranchée de la route offre une belle série de coupes (fig. 5b) qui rappellent la coupe de la route Ifrane—Azrou (décrite à la fig. 5a): en bas la brèche fortement cimentée et encroûtée, en haut une formation meuble identique aux autres formations du Soltanien périglaciaire; mais entre les deux un troisième dépôt s'intercale: le ciment fragile est ici assez clair, et la croûte n'est formée que de quelques minces feuillet. Cette dernière formation pourrait être elle-même anté-soltanienne (=antéwurmienne).

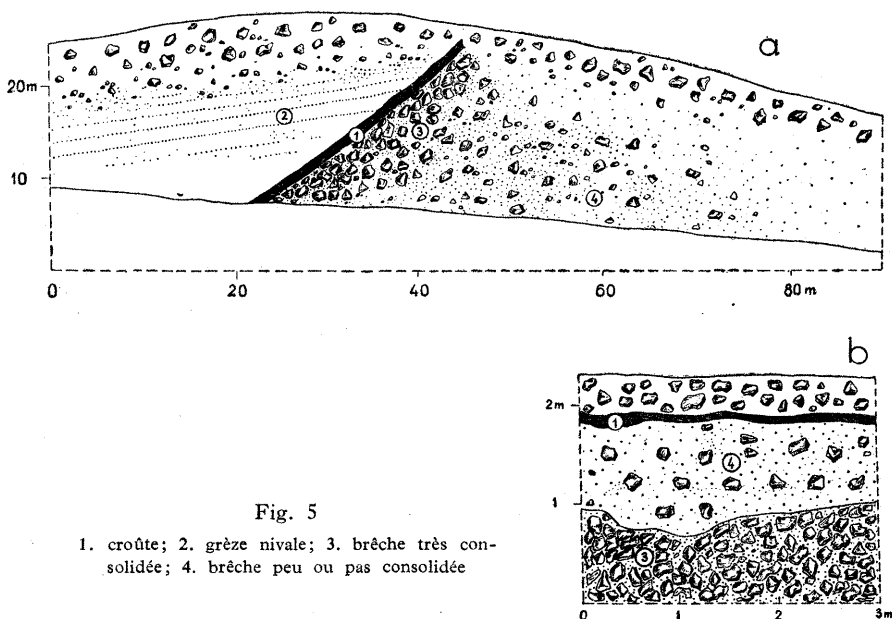


Fig. 5

1. croûte; 2. grèze nivale; 3. brèche très consolidée; 4. brèche peu ou pas consolidée

Observations de M. Cailleux: Au cours de la journée, et sur la fig. 5a du guide, des dépôts de versants à fragments anguleux nous ont été présentés sous le nom de *grèze nivale*. Je suis tout à fait d'accord sur le fait qu'ils témoignent d'éclatements mécaniques, très probablement par le gel. Mais l'épithète *nivale* me paraît n'exprimer ici qu'une hypothèse. Que la neige soit tombée ici jadis (comme encore de nos jours, je l'ai éprouvé à El Hajeb en 1943), d'accord. Qu'elle ait joué un rôle, comme écran thermique, et en hydrologie par rétention, d'accord. Au Groenland, les eaux de fonte nivale favorisent aussi la solifluxion de cailloux emballés dans la boue. Mais précisément, au Maroc, les grèzes les plus typiques

ont leurs fragments séparés par des vides, sans boue. On pourrait admettre qu'ils ont glissé sur la pente, peut-être avec influence favorable de verglas; ou encore que l'eau percolant a entraîné la boue plus bas ou plus en aval. A part comme fournisseur d'eau de fonte, je ne vois pas bien le rôle supposé de la neige dans le dépôt de ces grèzes. Si on tient à un mot grec ou latin, mieux vaudrait les appeler grèzes de *cryergie*, ou grèzes cryergiques, et si on veut réserver une part à l'action éventuelle de la neige, grèzes cryoni-vales.

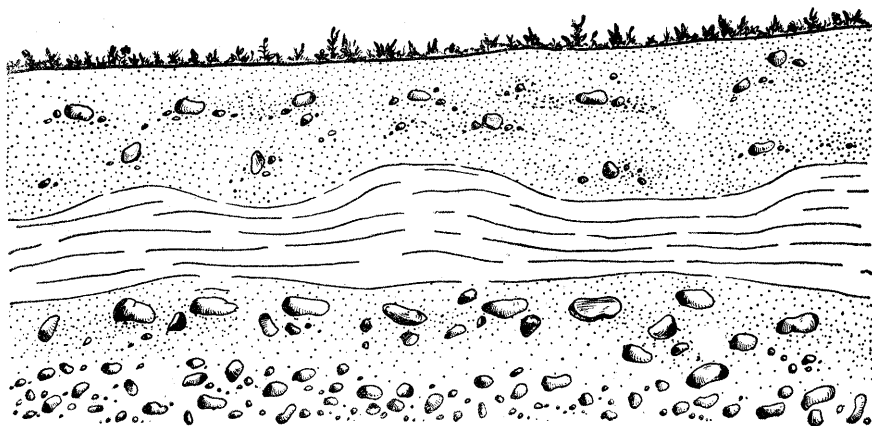


Fig. 6

Réponse de M. Raynal: Lorsqu'on parle de grèzes nivale on entend par là mettre en évidence le rôle de l'eau de fonte de la neige, facteur auquel M. Cailleux lui-même fait allusion.

On a dans ce sens, semble-il, un certain nombre de bons exemples, fossiles ou actuels, dans le Haut et dans le Moyen-Atlas.

Observations de M. Mensching: Zur Unterscheidung verschiedener Periglazialablagerungen (etwa Soltanien und Tensiftien) sind neben Kalkkrusten vor allem eingeschaltete Bodenbildungen wichtig, wie sie ein Aufschluss gezeigt hat.

Die Zunahme der Rotfärbung der Würm-Schuttdecken mit abnehmender Höhe bis zur Terra Rossa dürfte eine Folge der klimatischen Höhens-tufung sein und einer Zunahme der Temperatur und ebenso einer Zu-nahme der Feuchtigkeit mit abnehmender Höhe in den Gebirgen, wie es das vorggeführte Beispiel gezeigt hat.

Eine Rekalzifikation würde die Fossilität der Terra Rossa beweissen können.



22 octobre : D'Ifrane à Midelt, par Tizi-n-Tretten, Michlifen, Jebel Hebri, Timahdit, col du Zad, Itzer. Traversée du Moyen Atlas humide et passage à la Haute Moulouya steppique. Directeurs : M. Pujos (Fès), M. Raynal (Rabat).

#### LE MOYEN ATLAS OCCIDENTAL

Au départ d'Ifrane (1600 m), la route remonte l'oued Tizguit. Celui-ci, encombré de travertins, serpente au milieu des frênes (ripisylve de *Fraxinus oxyphylla*), dans des prairies fraîches installées sur les limons du Quaternaire récent (Grimaldien-Soltanien = Wurmien et Néolithique).

#### TIZI-N-TRETTEN (1930 m)

La dorsale Touna-n-Ait Mraou-Taillout (dolomies du Lias et calcaires du Domérien) est traversée au Tizi-n-Tretten. On observe ici une très belle opposition de végétation : sur le versant Sud-Est domine le buplèvre épineux (*Bupleurum spinosum*), aux endroits où s'accumule la neige ; au Sud-Ouest garrigue à scorzonère, cytise, Erinacea. Les conditions climatiques sont très rudes au col (surtout vent, avec verglas fréquent en hiver) : la cédraie y est en difficulté.

La dorsale sépare deux grands plateaux sans forêts : l'Afekfak (1750 m) et le plateau de Bou Trouba (1850 m), où poussent seulement quelques thurifères, oxycèdres, frênes dimorphes et aubépines, résineux et arbres à feuilles caduques résistants au froid ; ces espèces caractérisent un niveau de végétation de bas-fond.

#### CUVETTE DU MICHLIFEN (LECHMINE CHREB-OU-HORB)

A l'extrémité Ouest du plateau de Bou Trouba, on pénètre dans la belle cédraie du Michlifen (station de ski) qui occupe les abords et les pentes d'une vaste et profonde cuvette d'origine mixte : cratère d'explosion repris par la dissolution karstique. A la sortie de la cuvette, la route offre de belles coupes de revêtements de pente périglaciaires superposés (les inférieurs à gros éléments soliflués consolidés ; les supérieurs — du Soltanien — constitués par des grèzes nivales non consolidées, à éléments de petit calibre réguliers et bien lités).

## ROUTE MICHLIFE N-JEBELHEBRI

A partir du Michlifen la route suit une longue dépression en forme d'auge, puis débouche sur le plateau du Jebel Hebri, parsemé d'une multitude de cratères coiffés de cedres. Les fonds sont occupés par des laves (épanchements rissiens) et par des dépôts argileux issus de leur décomposition (boues nivales wurmiennes rubéfiées, emboîtées dans les premières); localement ces laves forment falaise, et on peut y distinguer des creux à l'allure de niches, sur les flancs Est: sous le vent. Ici point de forêt; seulement quelques frênes, oxycèdres et aubépines dans des landes denses à xérophytes (thym, genêts).

De nombreuses cuvettes à fond plat émaillent le plateau: aguelmans et dayas (cad. lacs et mares, temporaires, ou permanents, de dimensions diverses: quelques m à plusieurs hm de diamètre).

## CRATÈRE LECHMINE-N-IKETTANE (1800 m)

Un peu avant le Jebel Hebri, le cratère d'explosion du Lechmine-n-Ikettane s'ouvre contre la dorsale dolomitique du Bou Terrouine. Repris par la dissolution karstique quaternaire, il constitue dans le plateau un énorme trou cylindrique (diamètre 1200 m; profondeur 150 m) qui s'inscrit du côté Sud, dans ses laves et celles qu'ont épanchées le Jebel Hebri et les cratères voisins. Son quart Nord-Ouest est entaillé dans des cendres et des brèches volcaniques litées, où le matériau basaltique est mélangé de débris fins issus du Lias sous-jacent.

La puissance du trou permet d'apprécier l'importance de la dissolution nivale (préparée par la fissuration), dans un matériel mis en place assez récemment: Riss probable.

Les pentes du cratère, abritées des vents, portent une belle cédraie, comme les pitons et reliefs voisins, alors que les plateaux environnants sont sans arbres; le fond, gélif, est occupé par une prairie; le niveau inférieur de la cédraie (jeunes régénérations „de lisière” y a été détruit par les fortes gelées de décembre 1957). Une petite doline voisine permet d'observer une bonne coupe dans les basaltes; ceux-ci sont stratifiés à l'horizontale, preuve qu'il ne s'agit pas d'une bulle.

PLATEAU JEBEL HEBRI — TIMAHDIT — TIGUELMAMINE  
ET MONTAGNES ENVIRONNANTES

La route longe ou traverse des épanchements basaltiques (Riss probable), qui s'étendent jusqu'à l'Aguelman-n-Sidi Ali. Les pitons volcaniques et autres sont garnis d'îlots de cédraie. A quelques km à l'Ouest,

le Jebel Hayane (2450 m) n'a de forêt que sur son versant Sud; les autres semblent trop froids pour porter des cèdres à cette altitude (chaque année la neige s'y maintient très tard).

A Timahdit (1800 m), le Guigou a façonné une terrasse grimaldienne limoneuse emboîtée dans les basaltes; plus en amont, à la cluse du Foug Kheneg (anticlinal de Lias et Domérien), il coule à leur surface, ou il les a creusés sans remblayer; sur sa rive droite, des glacis emboîtés s'appuient sur les reliefs calcaires, où on peut observer des coulées de pierres et des niches de nivation fossiles.

Sur les calcaires crétacés et oligocènes de l'Ari Inifif (vers 2000 m), les oppositions de versants sont soulignées par la végétation des xérophytes épineux: *Erinacea pungens* sur les arêtes et dorsales, *Bupleurum spinosum* dans les zones d'accumulation de la neige sous le vent (versants Est).

#### CIRQUES AUTOUR DE TIGUELMAMINE (2100 m)

A côté de la maison forestière de Tiguelmamine, un vallon ouvert, au Sud-Ouest, dans les dolomies de l'Admer-ou-Hadoum permet d'observer un emboîtement remarquable de plusieurs formations quaternaires:

- des éboulis d'énormes blocs: Quaternaire ancien probable;
- une blocaille moyenne (D = 20 cm) du Quaternaire moyen;
- des formations limono-argileuses rubéfiées (Grimaldien);
- des dépôts récents, légèrement brunis (Subactuel);
- auprès d'une source alimentant le ruisseau (chaaba) qui draine le vallon, on peut même distinguer une cinquième terrassette mineure (Actuel).

Végétation: opposition des xérophytes épineux sur les différents versants, comme à l'Ari Inifif.

#### COL DU ZAD (2178 m)

Au Sud du col, dans le talus de la route, des formations de pente wurmiennes, à éléments relativement fins, calibrés et lités, recouvrent des dépôts grossiers du Quaternaire moyen consolidés par la croûte calcaire (Riss probable): dépôts de solifluction, grèzes litées.

#### CEDRAIE DE VERSANT SUD DU COL DU ZAD

L'opposition entre les versants est remarquable: (a) Versant Sud-Ouest, à gauche de la route: chêne vert, avec de rares cèdres; (b) Versant Est, sous le vent, à droite de la route: belle cédraie.

Sur le premier, très ensoleillé, la chênaie est maigre: les versants ne sont guère burinés et le sol est squelettique. Sur l'autre, des cèdres vigoureux dominent de gros chênes: dans les vallons, en berceau, des grèzes et des dépôts soliflués non consolidés (Wurm) recouvrent des vestiges de dépôts plus anciens.

#### LA HAUTE MOULOUYA

Insérée entre le Moyen et le Haut Atlas, la région du cours supérieur de la Moulouya (fig. 7) se présente comme un bassin de sédimentation continentale, divisé en cuvettes plus ou moins distinctes les unes des autres par les reliefs schisteux et granitiques de deux massifs paléozoïques (Aouli, Bou Mia). En descendant du Moyen Atlas occidental la tendance à l'aridité augmente rapidement: la pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 200 mm dans les plaines autour de Midelt. Quant au régime thermique il est marqué par des oscillations diurnes et saisonnières brutales, et le gel est un phénomène banal au cours des nuits d'hiver.

Dans toute cette région les assises tendres du Miocène et du Pliocène ont été modelées en glacis, dont les uns, polygéniques, s'étalent largement sous forme de piedmonts, et les autres, taillés en lanières, s'emboîtent en surfaces étagées sur des dizaines de mètres d'altitude. Toutes ces plateformes sont consolidées par des encroûtements calcaires, sauf le glacis qui correspond à la dernière période pluviale du Quaternaire.

#### AÏT OUFELLA

Au pied de la descente du col du Zad, la route traverse une tranchée entaillant des brèches de faille, avec des éléments d'un conglomérat à élément ovoïdes (Pliocène) redressé à la verticale (orogénie fini-pliocène).

La dalle calcaire, du Moulouyen, les recouvre en discordance et plonge en pente douce vers le piedmont; légèrement redressée (épirogénie post-villafranchienne), elle fossilise une formation à galets anguleux de petit et moyen calibre.

#### CARREFOUR DE LA ROUTE D'ITZER (OUALEURH)

Une coupe dans le glacis de piedmont du Villafranchien supérieur (qui domine les glacis quaternaires de l'oued Boulaajoul) montre, la succession ci-après, de bas en haut:

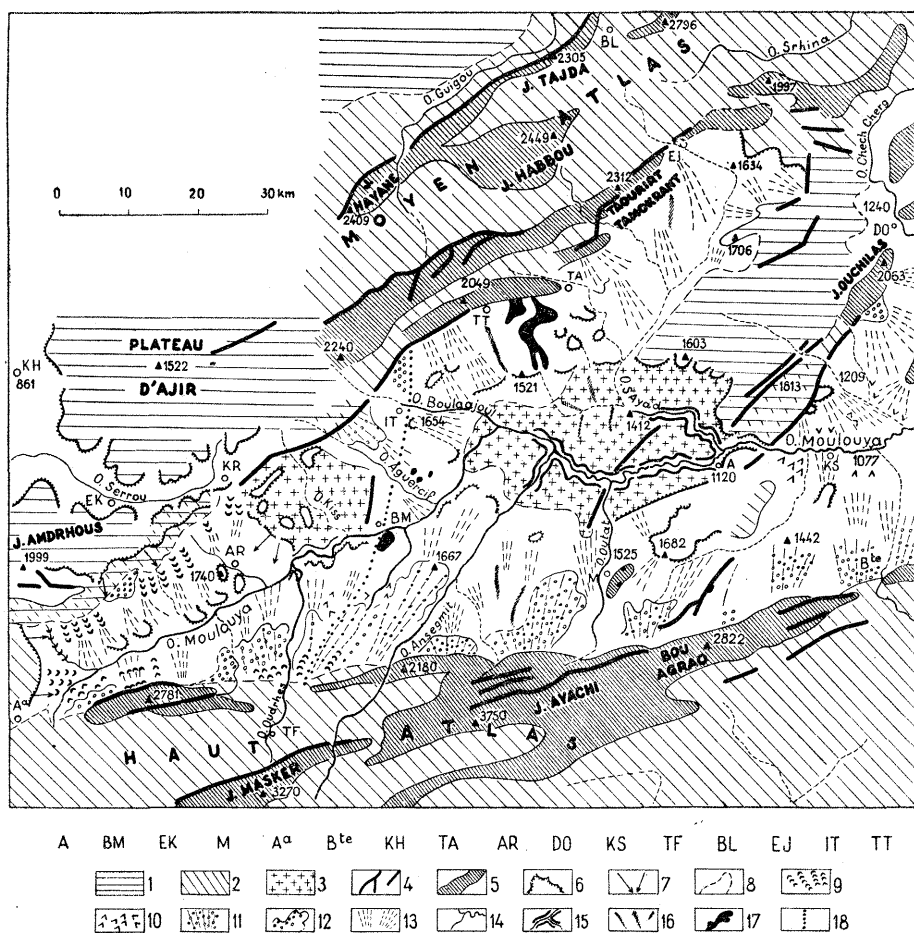


Fig. 7. La Haute Moulouya. Esquisse morphologique

1. domaine atlasique: zone tabulaire; 2. domaine atlasique: zone plissée 3. massifs anciens de la Haute Moulouya; 4. failles, contacts anormaux; 5. principaux anticlinaux; 6. rebord en falaise de surfaces structurales; 7. pendage des couches; 8. limite de forme peu marquée; 9. versant de solifluction; 10. versant raviné; 11. haut piedmont: glacis caillouteux villafranchien; 12. glacis de piedmont du Quaternaire ancien ou moyen limité vers l'aval par un ressaut net: a. dépôts du Quaternaire ancien indéterminés, b. glacis polygénique du Quaternaire ancien ou Quaternaire moyen; 13. glacis limoneux, polygénique; 14. talweg; 15. vallée encaissée en gorge; 16. epandages; 17. coulée volcanique; 18. limite climatique principale du bassin de la Haute Moulouya

A — Aouli; BM — Boumia; EK — El Kebab; M — Midelt; A<sup>a</sup> — Arhabala; B<sup>te</sup> — Bertate; KH — Khenifra; TA — Taouerdia; AR — Arhbalou-n-Serdane; DO — Douira; KS — Ksabi; TF — Tounfit; BL — Boulemane; EJ — Enjil; IT — Itzer; TT — Talialit

- formation à galets plats, petits, peu émousés;
- feuillets de croûte;
- coulée de solifluction avec grosse blocaille; encroûtement terminal.

On doit reconnaître là un passage du chaud tertiaire au froid quaternaire; la dernière formation constituerait un prélude au Salétien.

Après le carrefour de la route d'Itzer, on descend dans le système des glacis quaternaires jusqu'à la Moulouya.

#### GLACIS-TERRASSE N° 2 (TENSIFTIEN) EN BORDURE DE L'ANSEGMIR

La coupe de la tranchée de la route (fig. 8) permet d'observer divers phénomènes de plications à la partie supérieure d'une accumulation fluviatile composée de limons et de lentilles de galets modérément émousés. Cette formation est ravinée par un dépôt qui comporte des galets anguleux et qui a été vraisemblablement mis en place sous forme de coulée boueuse venue du versant. Un encroûtement calcaire assez complexe fossilise cet ensemble attribuable au pluvial tensiftien: il précède la phase d'érosion linéaire de l'interpluvial 2—1 (c'est-à-dire Tensiftien—Soltanien ou Riss—Wurm).

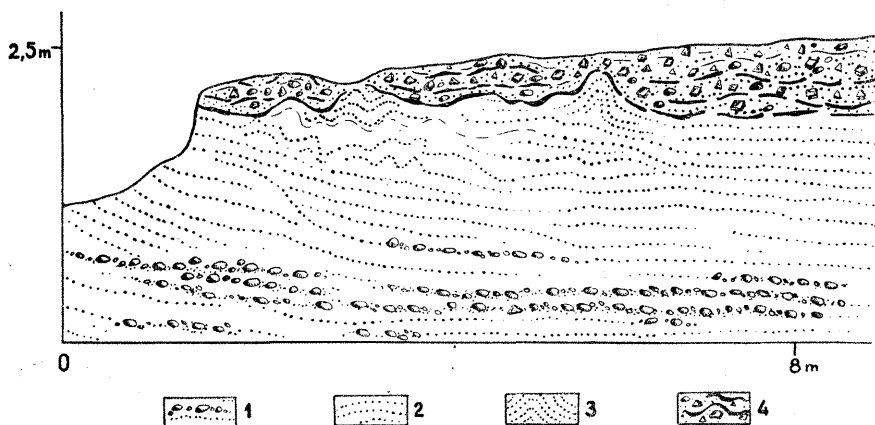


Fig. 8. Coupe du glacis-terrasse n° 2 de l'O. Ansegmir

1. galets; 2. limons; 3. plications dans les limons; 4. couverture encroûtée du glacis-terrasse

#### LES GLACIS-LANIERES DES ENVIRONS DE MIDELET

De part et d'autre de la vallée de l'oued Outat s'étirent des glacis parfaitement tabulaires, qui s'ordonnent en cinq niveaux emboîtés. Les résidus de l'étage n° 5 ou Moulouyen (par exemple aux Ait Toulout), et

de l'étage n° 4 ou Salétien (entre Berrem et Midelt) occupent encore dans le paysage une large place. Les fragments des glacis n° 3 (Amirien) et n° 2 (Tensiftien), beaucoup plus disséqués, alignent des entablements très étroits au-dessus des fonds de vallons. Ceux-ci sont occupés par les épandages limoneux du Quaternaire récent: mais l'aménagement des parcelles cultivées a perturbé l'ordonnance du glacis-terrasse à limons roses du dernier pluvial (Soltanien) et de la basse terrasse à limons gris qui s'y emboîte, accompagnant immédiatement les lits d'oueds.

*25 octobre: Excursion au Jebel Ayachi. Directeurs: M. Pujos, M. Raynal.*

La piste de Midelt à Jaffar longe sur son flanc nord l'avant-chaîne (ou Taarbat), qu'elle contourne ensuite à son extrémité occidentale, amorçant à Tagouilelt une pénétration dans le massif proprement dit. De là l'itinéraire s'engage dans la vallée de l'Ijimi que l'on remontera à pied.

#### APERÇU STRUCTURAL

C'est du replat de Tagouilelt, au terme de la piste, que la structure du massif de l'Ayachi apparaît le plus nettement dans le paysage. Il s'agit d'une ondulation anticlinale dissymétrique qui se décompose en trois replis plus ou moins déversés, couchés et faillés sur leur flanc nord (fig. 9). La ligne de crête principale (plus de 3000 m d'altitude sur une vingtaine de km) et celle du repli médian taillées dans les calcaires compacts du Lias inférieur. Quant au repli le plus septentrional (Taarbat) il se caracté-

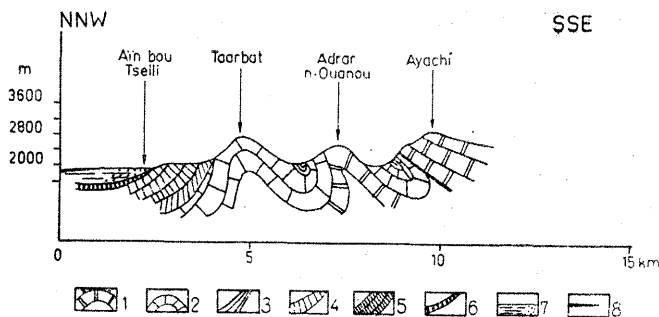


Fig. 9. Coupe du Jebel Ayachi

1. Lias inférieur: calcaires; 2. Lias moyen: calcaires; 3. Lias supérieur: marnes; 4. Dogger: grès et calcaires; 5. Dogger: marnes; 6. Crétacé moyen: marno-calcaires; 7. Mio-Pliocène continental; 8. glacis quaternaire

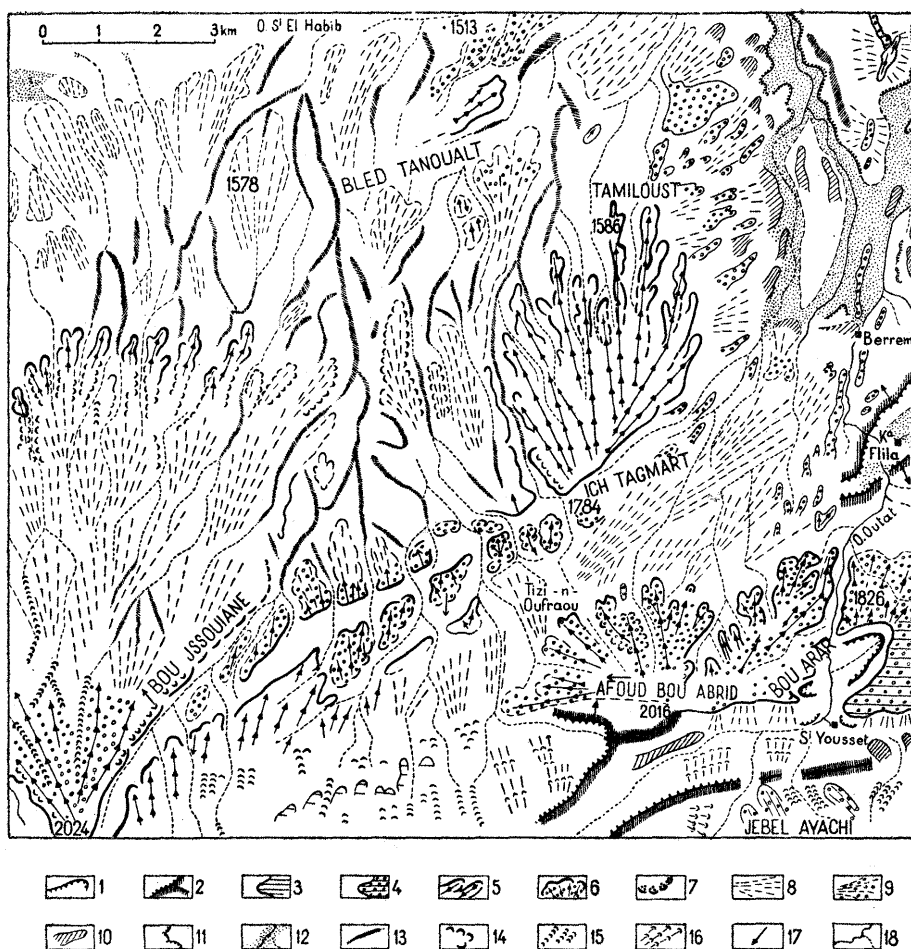


Fig. 10. Le piedmont du Jebel Ayachi

1. escarpement d'érosion d'une dalle de la charpente atlasique; 2. versant structural correspondant à l'affleurement d'une dalle rocheuse; 3. surface pliocène: replats d'érosion et replats à travertins; 4. surface pliocène d'accumulation (conglomérats); 5. glacis du haut piedmont villafranchien, avec dalle de croûte; 6. haut piedmont recouvert de blocailles; 7. témoins de cônes ou glacis du Quaternaire ancien (niveau n° 4); 8. glacis caillouteux polygénique, ou d'âge indéterminé; 9. glacis-cône à gros blocs, d'âge indéterminé; 10. glacis-terrasse du Quaternaire moyen: niveau n° 3; 11. glacis-terrasse du Quaternaire moyen: niveau n° 2; 12. limons des glacis ou des bas-fonds: Quaternaire récent, niveau n° 1 et formations ultérieures; 13. épandages actuels sur limons du Quaternaire récent; 14. limite inférieure des versants à profil convexe, correspondant à des dépôts de la solifluction quaternaires; 15. dépôts colluviaux de fonds de vallons; 16. éboulis ordonnés du Quaternaire récent; 17. pendage des surfaces structurales ou des surfaces de piedmont (pliocènes et quaternaires) déformées; 18. oued perenne (trait continu) et oued temporaire (trait interrompu)



rise par une armature de marno-calcaires du Lias moyen (Domérien). Dans les deux sillons synclinaux intérieurs sont conservées des marnes grises du Lias supérieur, localement très laminées; l'érosion y a évidé des vallées longitudinales profondes.

Les assises modérément déformées du Dogger, appuyées sur le flanc nord du massif, présentent des faciès variables: à l'est, près de l'oued Outat, ce sont des grès et calcaires récifaux; vers l'ouest les formations de mer profonde, des marnes grises, plus ou moins concordantes sur celles du Lias supérieur, dominant. Du reste une tendance subsidente a persisté jusqu'à une époque très récente au SO du massif d'Aouli.

#### LES ASPECTS DU PIEDMONT

Accumulation de matériaux détritiques et dissection ont alterné sur le piedmont depuis la fin du Tertiaire en fonction des oscillations climatiques. Mais localement les conditions tectoniques ont introduit des différences sensibles dans l'évolution morphologique, du fait d'une inégale intensité de l'exhaussement orogénique selon les secteurs considérés, (fig. 10).

On quitte la nappe d'alfa — détruite autour de Midelt et remplacée par des peuplements secondaires d'armoïse — pour atteindre dès les piedmonts du Taarbat les étages du chêne-vert, en passant par un niveau intermédiaire à arbustes: adénocarpe (*A. Bacquei*), sauge (*Salvia Aucheri*), filaria (*Phillyrea angustifolia*).

#### LES GLACIS-LANIERES DES AIT TOULOUT

L'itinéraire aborde le piedmont de l'Ayachi par le plateau des Ait Toulout qui représente le palier supérieur (étage n° 5) d'un ensemble de glacis emboîtés sur la rive gauche de l'oued Outat. L'élaboration de cette surface résulte à la fois de l'entaille par l'érosion des formations tendres du piedmont (Mio-Pliocène continental) et de l'accumulation d'une couverture de plusieurs mètres d'épaisseur composée de dépôts grossiers (fig. 11). Le Mio-Pliocène est constitué par des marnes roses à horizons conglomératiques, dont les éléments, sensiblement émoussés, ont un calibre moyen ( $L = 15-20$  cm). En discordance, la couverture (Villafranchien supérieur et Quaternaire ancien) comporte de haut en bas deux formations différentes.

1. Marno-grès de couleur grise à galets liasiques anguleux, de calibre plutôt petit ( $L = 10-15$  cm). Le sommet de cette formation est solidement encroûté par une dalle calcaire.

2. Coulée de blocs hétérogènes (grès du Dogger, calcaires du Lias), dont certains éléments atteignent plus d'un m<sup>3</sup>. Les éléments sont emballés dans une matrice fine sans encroûtement notable.

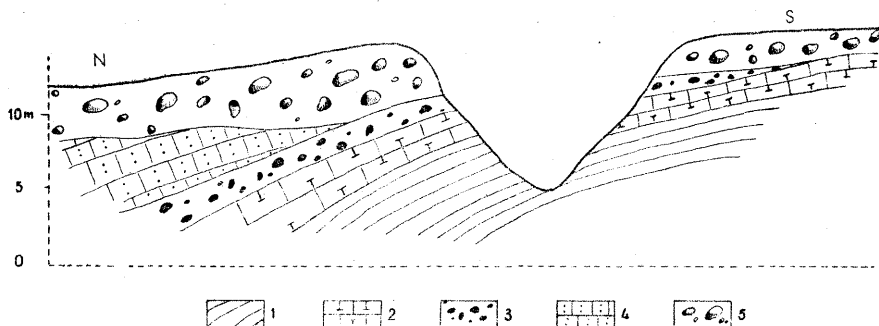


Fig. 11. Coupe dans le haut piedmont de l'Ayachi

1. Mio-pliocène continental: marnes; 2. Mio-pliocène continental: calcaires lacustres; 3. Pliocène continental: conglomérats ovoïdes; 4. Villafranchien probable: grès et conglomérats à galets plats et anguleux; 5. blocaille du Quaternaire ancien

La nature et la structure du dépôt de ce haut glacis traduisent la crise climatique qui marque le passage „du chaud tertiaire au froid Quaternaire” (1<sup>er</sup> et début du 2<sup>e</sup> pluvial). Une crise tectonique ajoute ses effets à la crise climatique: en effet ce glacis est déformé et cassé par des accidents SO—NE qui ont guidé l'implantation d'un réseau de rigoles sur le piedmont.

#### LE VERSANT NORD DU TAARBAT

A l'O du plateau des Ait Toulout l'aspect du piedmont change notablement: il semble avoir subi au moins jusqu'au Quaternaire moyen un mouvement d'affaissement solidaire de la cuvette de l'Ansegrim, tandis que la montagne voisine continuait à se soulever. Plus d'emboîtement net de glacis, ici: l'escarpement d'érosion de l'étage supérieur s'atténue rapidement et s'efface. Ainsi le paysage morphologique est directement conditionné par la structure et correspond au flanc du pli extérieur de l'Ayachi: diversement raviné, ce grand versant se raccorde, après une diminution progressive et irrégulière de sa pente, à une zone confuse de collines taillées dans le Mio-Pliocène par des rigoles qui constituent le haut oued Rhelbane.

Dans le détail trois séries de faits méritent d'être notées: existence de dépôts colluviaux à blocaille anguleuse, localement cimentés par des

travertins et passablement déformés depuis leur mise en place (Villafranchien—Quaternaire ancien) — cirques et vallons évidés en couloirs au flanc du Taarbat et colmatés par des dépôts de solifluction, aujourd'hui délavés par les averses et la fonte des neiges — raccord de ces diverses formations à des ébauches de glaciers situées entre le versant proprement dit du pli et la zone collines de l'oued Rhelbane.

#### LE CONE DE L'OUED IJIMI — OUED JAFFAR

La vallée de l'oued Ijimi débouche sur le piedmont à l'extrémité occidentale du Taarbat. Un puissant cône, parachevé au Quaternaire ancien, a raviné et recouvert les marnes bajociennes. Sur la rive droite de l'oued, on peut voir en superposition des formations qui sont les homologues de celles du plateau des Ait Toulout, c'est-à-dire, de bas en haut sur une trentaine de mètres:

— marnes rubéfiées à lits de conglomérats émousés (Mio—Pliocène continental);

— marnes grises à lits de galets plats et anguleux (Villafranchien ou premier pluvial);

— amas de blocailles de gros calibre, mieux émousées que celles des Ait Toulout (Quaternaire ancien — 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> pluviaux).

Le lit de l'oued Ijimi, qui devient sur le piedmont l'oued Jaffar, est encaissé de 60 m environ en contre-bas de la surface du cône, à la sortie des gorges que le cours d'eau a taillées dans le Lias du Taarbat. Deux terrasses à limons et cailloutis marquent les étapes de l'enfoncement au Quaternaire moyen. Mais ces différents niveaux convergent vers l'aval en direction d'un glacier polygénique de moyen piedmont, où l'oued Jaffar s'enfonce à peine de quelques mètres.

En conclusion l'on peut opposer le piedmont de Midelt, situé dans une zone anticlinale, avec ses escaliers de glaciers-terrasses haut-perchés les uns au-dessus des autres, et les piedmonts du Rhelbane et de Jaffar où la tendance synclinale au cours du Quaternaire a empêché l'emboîtement des formes.

#### UNE VALLEE DE LA HAUTE MONTAGNE: L'OUED IJIMI

L'oued Ijimi a aménagé, en montagne, deux sillons subséquents que sépare une cluse à travers le repli médian du massif; l'implantation de ce passage a du reste été préparée par un accident transverse qui a déterminé un décrochement d'axe.

A Tagouilelt commencent les peuplements d'altitude de xérophytes épineux (buplèvre), qui deviendront exclusifs plus haut. Dans le „cirque” de Jaffar, l'oued Ijimi est bordé de frênes, davantage à cause des conditions de température (gel) que de l'humidité; quelques vieux cèdres accompagnent la chênaie sur les bas versants; en exposition Sud, buis avec alfa.

#### LE BASSIN AVAL (TAMROUIT)

Le tronçon subséquent de l'aval s'élargit en une sorte de bassin au confluent de l'oued Ijimi et d'un affluent de droite qui emprunte une autre portion du même synclinal. La vallée de l'Ijimi s'insère ici entre la ligne de crête de Taarbat et celle de Toufli-n-Ouadou — Tadrart. Son histoire se marque dans le paysage par l'emboîtement de trois séries de dépôts, dont les surfaces s'étagent sur 200 m de dénivellation.

a. Les grèzes consolidées du Quaternaire ancien (pluviaux „villafranchien” et „salétien” indifférenciés). Il s'agit de formations de pente composées de galets anguleux, où alternent les amas de blocaille et les gravillons calibrés sans matrice fine (grèze nivale). Fortement cimentée cette formation s'entasse sur une quarantaine de mètres au flanc droit de la vallée. Le replat où se termine la piste correspond à un fragment de cette surface d'accumulation, qui se raccorde par une très forte pente à celle du cône de piedmont.

b. Les glacis-terrasses du Quaternaire moyen (pluvial „amirien” probable). Une terrasse fluviatile domine de 18 à 20 mètres le lit de l'oued. Le matériel qui la constitue comporte surtout des lits de galets assez émoussés, plats, de calibre moyen ( $L = 10-12$  cm). L'ensemble de la formation est peu consolidé. Latéralement la terrasse se raccorde à des dépôts de pente soliflués, composés de galets anguleux de petit calibre. Le pluvial responsable de ces accumulations ne paraît pas avoir été caractérisé par des phénomènes périglaciaires aussi nets et aussi généralisés que ceux des périodes précédentes.

c. Les coulées de pierres et grèzes du Quaternaire récent (pluvial „tensiftien” et pluvial „soltanien” = Wurmien). Des amas de pierrailles s'étalent dans le fond de la vallée en s'emboîtant dans la terrasse du Quaternaire moyen. Ils représentent le sommet d'une épaisse accumulation de matériel à l'amont de la dernière gorge avant la sortie du massif. Il faut noter ici la présence de galets de syénites mêlés aux calcaires du Lias. Ces formations ont été mises en place par solifluction et non par ruissellement; leur profil transversal présente le bombement caractéristique des coulées de pierres. La période froide et humide responsable de leur

élaboration pourrait être le Tensiftien, au climat plus rigoureux que l'Amirien. Par la suite, des grèzes non consolidées, comportant du gravillon dans une matrice légèrement rubéfiée, se sont plaquées sur les versants; elles se raccordent vers le bas à une banquette qui domine l'oued, tantôt recouvrant d'un manteau peu épais les coulées de pierraille ci-dessus décrites, tantôt emboîtées de 1 à 2 mètres dans ces formations: telle est la retouche wurmienne, dont le matériel paraît traduire ici (altitude 2000 m) la limite inférieure des phénomènes périglaciaires de l'époque, qui fut le dernier pluvial quaternaire.

#### LA HAUTE VALLEE

La haute vallée de l'oued Ijimi est logée dans le sillon synclinal compris entre le Toufli-n-Ouadou — Tadrart (ligne de crête entre 2600 et 3100 m), et le pli méridional ou alignement principal de l'Ayachi (ligne de crête entre 3400 et 3700 m).

En amont de la cluse de l'Ijimi, la forêt se réduit à des peuplements clairs de thurifères sur les expositions ensoleillées.

a. Sculpture de la vallée. De par la structure elle est dissymétrique: le versant du Tadrart suit à peu près le pendage des couches marno-calcaires du Domérien, sculptées en chevrons. Le versant de l'Ayachi est au contraire un escarpement d'érosion dans un empilement de couches hétérogènes: le Lias inférieur qui forme la corniche sommitale est déversé sur le Lias moyen et supérieur.

Les différences d'altitude et d'exposition aboutissent d'autre part à une dissymétrie morpho-climatique: du côté du Tadrart la région sommitale est excavée en niches à colonnades au-dessus de 2600 m (formes nivales d'érosion et de dissolution); du côté de l'Ayachi proprement dit de véritables cirques s'enfoncent dans la masse montagneuse; trois d'entre eux confluent en une auge qui constitue la haute vallée de l'Ijimi. Cette auge et les deux cirques isolés qui, plus à l'ouest, dominent le Tizi-n-Tirecht, sont barrés vers l'aval par des verrous qui s'étagent de 2300 à 3000 m.

b. Les dépôts périglaciaires. Les pentes et le fond de la vallée sont encombrés de dépôts caillouteux de structure et d'âge variés:

— éboulis non ordonnés et coulées de pierres, immédiatement à l'amont des gorges du Tadrart, entre 2100 et 2500 m (formations du Quaternaire récent et partiellement actuelles):

— glaciers rocheux dans le fond de l'auge de l'Ijimi et des cirques du Tizi-n-Tirecht; leur bourrelet aval se situe en amont du verrou terminal de ces dépressions. A l'extrémité supérieure ils ne dépassent pas une certaine altitude, variable selon les cirques: des névés permanents

devaient exister au-dessus des glaciers rocheux, à l'époque de leur élaboration (probablement le pluvial „soltanien” ou Wurm):

— éboulis ordonnés, tapissant les parois des grands cirques au-dessus de 2400—2500 m; vers 2900 m ils passent à des sols striés. Ces derniers types de dépôts de pente sont des formations actuelles.

On peut discuter sur l'âge de la glaciation qui a sculpté les cirques: maximum soltanien ou période pluviale anté-soltanienne (=Tensiftien ou Riss)? La deuxième hypothèse paraît cependant la plus vraisemblable.

*24 octobre: Midelt — Ksar-es-Souk — Meski et retour à Midelt.  
Directeur: M Joly (Rabat).*

La journée est consacrée à l'étude du passage du semi-aride froid à l'aride présaharien, caractérisé par une désagrégation rapide des processus périglaciaires sur le versant méridional du Haut Atlas, le long de la vallée du Ziz. L'itinéraire (fig. 12) traverse successivement quatre grandes unités: de Midelt au Tizi-n-Talrhemt, le piémont septentrional du Haut Atlas; du Tizi-n-Talrhemt au foun Zabel, le Haut Atlas plissé; du foun Zabel au foun Rhiour, le Haut Atlas subtabulaire; du foun Rhiour à Meski, le piedmont sud-atlasique et la hamada crétacée de Meski.

#### DE MIDELT AU TINZI-N-TALRHEMT; LE PIEMONT NORD-ATLASIQUE

L'itinéraire permet l'étude des grands glacis, emboîtés ou polygéniques, qui s'inclinent vers la haute Moulouya.

Dès la sortie de Midelt, sur l'extrémité septentrionale de l'anticlinal jurassique SSW—NNE de Ffilo, on retrouve un emboîtement de glacis et de terrasses comparable à celui étudié la journée précédente. L'étagement est aussi complet, mais moins grandiose, plus aplati, et le glacis tendent à converger vers l'aval en un glacis unique, visible entre Midelt et Mibladene. Cette disposition tient d'une part aux circonstances structurales (synclinal crétacé au N de la route), d'autre part à une aridité croissante à mesure qu'on s'éloigne de la montagne: d'où un moindre creusement pendant chacun des interpluviaux, et la tendance à l'élaboration d'un glacis polygénique chaque fois remanié à partir de celui de l'époque précédente.

Un peu plus loin, la route suit un glacis polygénique incliné vers l'E dans le même sens que le pendage des couches crétacées sur le flanc oriental du dôme de Midelt. Au droit du massif du Bou-Agrao (pointement syéni-

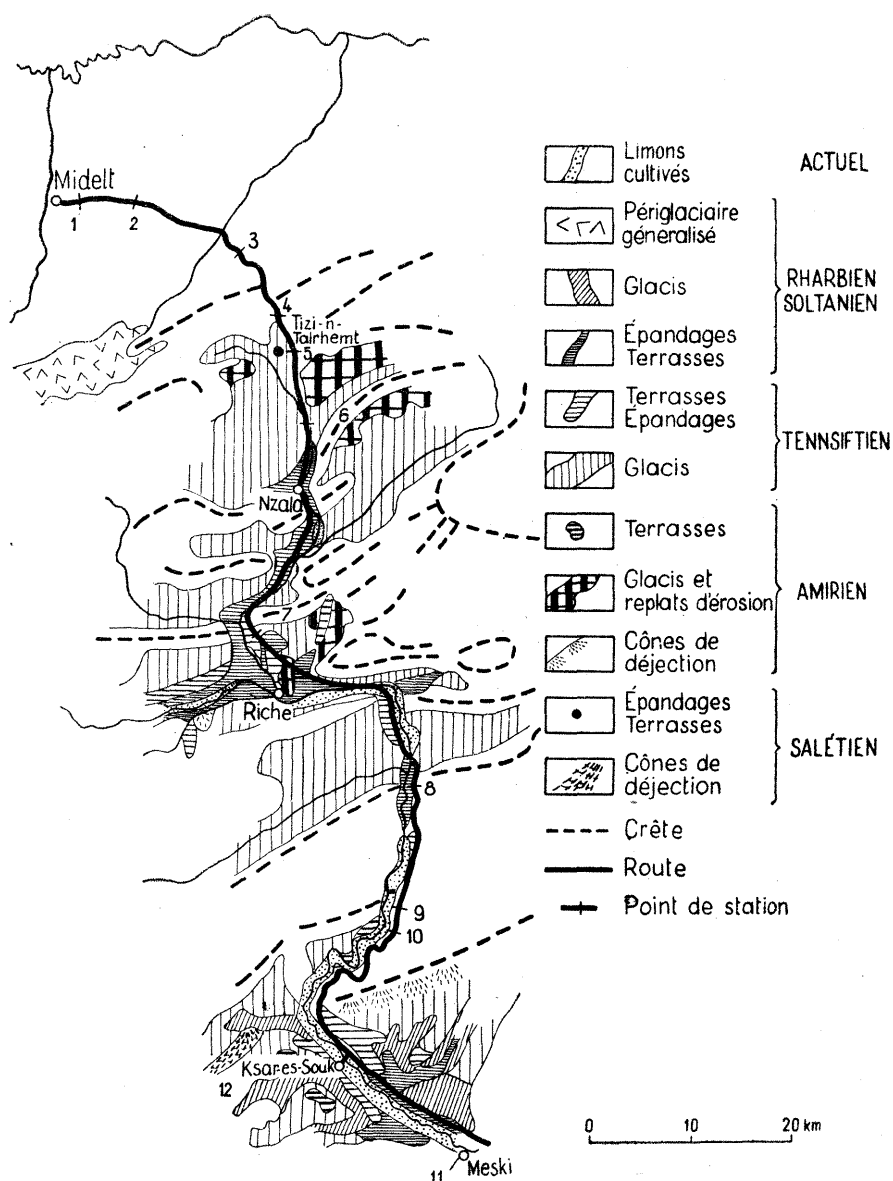


Fig. 12. La vallée du Ziz de Midelt à Meski

tique à travers le Lias de la chaîne atlasique), échancré par un grand cirque du Quaternaire ancien, un grand cône d'accumulation s'est édifié, dont la surface a été constamment remaniée par des alternances de remblaiement et de décapage pendant tout le Quaternaire. On en étudiera l'aspect actuel: blocs du cône ancien (Lias ou roche éruptive) déchaussés, formes d'érosion (ablation lente et ravineaux) en amont, formes d'accumulation (épandage des limons par les nappes d'écoulement) en aval.

Un petit accident anticlinal SSW—NNE, flexuré vers l'E (anticlinal de Zebzate), limite la région de la haute Moulouya. Au-delà de cet anticlinal, on retrouve un nouveau cône d'accumulation quaternaire, mais la convergence polygénique des glacis est reportée plus au N, en fonction de la cuvette synclinale de Ksabi. Le long de la route, à la même distance de la montagne qu'à l'arrêt précédent, l'emboîtement des formes est encore bien visible dans les coupures des oueds, avec des dépôts caractéristiques différents: les plus bas (soltaniens = wurmiens) sont de type fluvio-périglacière, à galets anguleux étalés entre des lits de limons ou de fins cailloutis; ceux du niveau moyen (tennsiftien = rissiens) ont l'aspect d'une grèze nivale, avec poches de solifluctions, et sont couverts d'une croûte feuilletée; les plus anciens (salétiens) comportent d'énormes blocs (rañas).

La route entame alors les lacets qui conduisent au Tizi-n-Talrhemt. Dans la montée, on remarque notamment les lambeaux de Trias qui jalonnent les accidents du flanc nord de l'Atlas, et, vers 1800 m, l'apparition d'un périglacière soltanien à grèzes litées alternant avec des limons, qui forme la transition entre les dépôts de pentes et le cône de la plaine. Au km 27, un point de vue sur la cuvette de la haute Moulouya permet d'en résumer les caractéristiques avant que l'on ne s'engage dans la zone atlasique.

#### DU TIZI-N-TALRHEMT AU FOUM ZABEL LE HAUT ATLAS PLISSE

Le Tizi-n-Talrhemt (1900 m), qui occupe la terminaison orientale du massif Ayachi—Bou-Agrao, marque la ligne de partage des eaux entre le drainage vers la Méditerranée (bassin de la Moulouya) et le drainage endoréique de l'oued Ziz (bassin de la Daoura). Légèrement emboîté dans des versants polygéniques fossilisés par une croûte, le Soltanien décapé y forme de petites banquettes le long des ravins. Le versant nord du grand massif de calcaires récifaux aaléniens qui domine le col est échancré par des ébauches de niches de nivation, et le Soltanien de pente, largement conservé, est raviné par des ruisselets d'eaux de fonte des neiges; l'ensemble



fait contraste avec les versants sud complètement décapés. Le col lui-même est à la limite des phénomènes périglaciaires actuels qui se manifestent seulement par un remaniement superficiel des croûtes de versants et par de timides amorces de buttes gazonnées.

La route plonge tout de suite, le long d'un grand glacis encroûté, vers le haut oued Nzala. Dans la descente, sur la droite, on voit la face est du massif aalénien, avec encore des coulées de neige, comme sur la face nord; à gauche, les faces ouest sont plus largement décapées. Tout en bas, au moment où la route s'engage dans une petite gorge, la croûte du glacis est progressivement recouverte par des dépôts meubles récents (soltano-rharbiens) de plus en plus épais.

La haute plaine de l'oued Nzala permet de se faire une idée de l'emboîtement des formes quaternaires dans le Haut Atlas, et des caractéristiques de leurs dépôts:

a. Tout de suite à la sortie de la petite gorge au bas de la pente du Talrhemt, une butte de Lias est couronnée par un paquet de conglomérats calcaires à gros éléments (100 à 200 mm et souvent beaucoup plus). C'est le faciès atlasique du Salétien; comparé à celui observé la journée précédente, il est beaucoup plus émoussé, et surtout moins épais. Il ne forme plus que des témoins dispersés dans les plaines intérieures de la chaîne, et quelques très gros cônes de déjection sur le piémont méridional.

b. Un peu plus loin, et en contre-bas, s'étale un glacis peu encroûté, encore parsemé de gros blocs mais principalement couvert de galets d'un calibre plus petit que ceux du Salétien, plus émoussés aussi. C'est l'Amirien, lui aussi assez peu répandu dans l'Atlas, sauf dans les hautes vallées et à proximité des lignes de partage des eaux.

c. Le niveau principal, qui forme l'essentiel de la topographie non structurale, est le Tennesiftien dont les déblais de la route offrent des coupes partielles: on y voit alterner des lits de galets et des limons fluviaux avec des gravillons calibrés, le tout étant perturbé de place en place par des poches à gros blocs mis en place par des coulées boueuses. L'ensemble est recouvert par une croûte feuilletée plus ou moins épaisse.

d. Le niveau principal, entamé par les oueds, domine à son tour un niveau inférieur, le Soltanien, formé essentiellement de lits de cailloutis et de limons de teinte claire, meuble et non encroûté.

On remarquera notamment: la faible part du façonnement purement périglaciaire dans ce dispositif; l'absence de la rareté de véritables cônes de déjection au pied des parois élevées, à l'amont des glacis; et surtout la très faible épaisseur de la couverture alluviale (quelques m) sur les glacis eux-mêmes qu'on peut considérer comme des surfaces de transport plutôt que comme des surfaces de remblaiement.

Plus en aval, la gorge des Aït-el-Abbess offre un exemple remarquable d'épaississement du Soltanien, lié à un resserrement de la vallée. On peut en étudier la coupe, où se voient des lits irréguliers de cailloutis vers le haut d'une masse limoneuse de teinte claire. L'ensemble, recouvert par un mince épandage de galets meubles, est découpé en buttes (gour) par des ravins et domine d'une dizaine de m une banquette alluviale plus récente (Rharbien).

Désormais, tous les éléments du Quaternaire atlasique sont connus, et il n'est plus que de voir divers exemples de leur arrangement dans les plaines intérieures de la montagne. La traversée des plaines de Riche et Kerrando en fournira l'occasion.

#### DU FOUM ZABEL AU FOUM RHIOUR; LE HAUT ATLAS SUBTABULAIRE

Au km 110, après le tunnel de la route, le paysage structural change brusquement. Le jebel Izouggouarh est le plus méridional des grands anticlinaux pincés et faillés de cette partie de l'Atlas. Contre son flanc sud s'appuient des plateaux subtabulaires dans lesquels l'oued Ziz s'encaisse en gorges pittoresques à travers une série marno-calcaire du Lias et du Dogger. Les formes proprement périglaciaires disparaissent à peu près toutalement, sauf quelques éboulis ordonnés d'un Quaternaire indéterminé (probablement tennsiftiens) et d'ailleurs très localisés. Les versants sont essentiellement des versants de solifluction fossiles du Quaternaire ancien à moyen, couverts d'énormes blocs détachés par sapement des corniches calcaires et descendus sur les talus plus marneux. La plupart de ces versants sont morts et fixés depuis longtemps avec, de place en place, des placages de croûte; dans les conditions subarides actuelles, ils n'évoluent que localement, après certaines grosses pluies, et particulièrement dans les rives concaves de méandres où le sapement de l'oued en crue compromet l'équilibre du versant.

Le long de la vallée principale, les terrasses anciennes ont à peu près disparu, sauf dans certains lobes de méandres ou au débouché de quelques rares affluents (Tamarrakht). Le fond de la vallée est occupé par une terrasse récente (soltano-rharbienne) limoneuse, cultivée, sur laquelle s'établissent les premières palmeraies. Cette terrasse même est absente dans la plupart des vallons affluents vers le talweg desquels convergent des versants de solifluction anciens.

## DU FOUM RHIOUR A MESKI; PIEMONT ET HAMADA

Le contraste topographique est brutal, à la sortie du foun Rhior, entre la montagne et son piémont méridional. Ce piémont est composé de glacis emboîtés où l'on retrouve l'étagement décrit dans le Haut Atlas. De grands cônes salétiens, légèrement déformés, jalonnent l'accident sud-atlasien en contre-bas du niveau supérieur des hamada (Moulouyen); on en aperçoit un, au NW de Ksar-es-Souk (l'Ikhf-n-Tafounast), sur un ancien débouché de l'oued Zis; le niveau amirien est réduit à quelques cônes parsemés de gros blocs, à quelques *gour* isolés et, plus à l'W, à un gros cône de déjection issu du Rheriss (plateau de Tahajmite); le niveau principal est toujours le niveau tennsiftien, encore encroûté; le niveau soltanien meuble est emboîté dans les grandes vallées, mais s'étale sur le précédent, au contraire, à l'aval des glacis. Par contraste avec le piémont septentrional vu la veille et le matin même, on remarquera la très faible épaisseur de l'ensemble de ces formations quaternaires au pied d'une chaîne si importante: partout affleure le substratum de grès rouges sénoniens.

Plus au S, aux environs de Meski, les dépôts quaternaires disparaissent et font place à la surface pratiquement structurale de la hamada cénomano-turonienne de Meski, légèrement déformée par des accidents atlasiens. L'oued Ziz s'enfonce en gorges dans ces calcaires dont les eaux, distribuées par quelques grosses sources (source bleue de Meski, par exemple), sont le dernier aliment sérieux de l'écoulement des grands oueds vers le S.

## REMARQUES SUR LE VERSANT SE DU HAUT-ATLAS: GLACIS

Le professeur Markov présente les remarques suivantes: Le Pamir Oriental est lui aussi un pays très sec. Mais il est aussi un pays très froid, parcouru par des fleuves saisonniers très puissants, dûs à la fonte de la neige et aussi de la glace, et qu'un homme à cheval ne peut pas franchir.

Observations de A. Cailleux: Le profil en long des glacis est concave, ici comme à Beni-Ounif par exemple. Et ceci est un signe qu'il a été façonné par des écoulements liquides, et non par des coulées pâteuses.

Près de Meski, sur la Hammada, s'observent de cailloux de quelques centimètres de quartzites et des cailloux ferrugineux, assez anguleux, peu émoussés. D'après M. Joly, ils sont faits de Paléozoïque. Comme celui-ci n'affleure que loin d'ici, dans la montagne Atlasienne, il pourrait s'agir ici du résidu d'une nappe alluviale très ancienne, pliocène ou quaternaire ancienne par exemple. Une étude statistique de natures de galets serait ici, et dans d'autres parties du Maroc, à la fois très facile et riche d'enseignements.

*25 octobre : Des Hautes Plaines de Midelt à la cuvette de la Moyenne Mouloya. Directeur : M. Raynal.*

L'intérêt de la journée n'est pas dans l'observation de phénomènes périglaciaires proprement dits, en raison de l'altitude relativement faible de la région traversée. Mais l'itinéraire fait défiler des types de modelé dont l'élaboration a été indirectement conditionnée, à certaines époques froides du Quaternaire, par l'existence et la prédominance de processus périglaciaires dans les montagnes voisines.

## LE COULOIR SUBATLASIQUE DE KSABI-TAMDAFELT

### CADRE STRUCTURAL

Cette première unité structurale constitue une partie seulement, la plus méridionale, de la zone déprimée comprise entre le Haut et le Moyen Atlas à l'est de Midelt. Il s'agit du couloir qui est limité, au nord, par la couverture subtabulaire du dôme d'Aouli, puis par les plis isolés qui affectent les mêmes assises jurassiques à mesure que l'on s'éloigne du massif ancien, (Jebel Hariga, Jebel Ouchilas). Au sud il est bordé par l'extrémité orientale de l'Ayachi (Bou Agrao) et par les anticlinaux de Talsint. Des deux côtés, des accidents tectoniques jalonnent la ligne de contact entre montagne et couloir : au nord ce sont des failles verticales orientées SSO—NNE, au sud failles et chevauchements coexistent suivant une direction générale OSO—ENE.

On doit distinguer deux compartiments structuraux que l'itinéraire parcourt successivement dans ce couloir : d'une part la cuvette synclinale de Ksabi-Amzaourou, largement comblée par les formations continentales du Pontico-Pliocène, d'autre part la zone exhaussée, ondulée et même plissée de Tamdafelt-Megdoul, où les assises crétacées et jurassiques affleurent en une collection d'anticlinaux d'inégale largeur, qui encombrant le couloir et en réduisent les parties déprimées.

### LES GLACIS-TERRASSES DE LA CUVETTE DE KSABI-AMZAOUROU

a. En amont de Ksabi la plaine occupée par le bassin de l'Asif Ilirhen-n-Saariid montre le passage progressif d'un glacis unique de moyen piedmont à un escalier de glacis-terrasses étagés au bord de l'oued principal de la vallée. Le glacis unique a été façonné par retouches superficielles successives de pluvial en pluvial, la forme initiale étant déterminée par une

puissante accumulation de galets et limons au cours du Villafranchien et du Quaternaire ancien: les coupes des rigoles font affleurer en effet à divers endroits le même matériel que sur le cône de piedmont du Bou Agraou (cf 4<sup>e</sup> journée). A partir du plateau du Bou Igui on peut voir quatre surfaces de glacis s'emboîter les unes après les autres en contre-bas du niveau principal de la plaine. Celui-ci (étage n° 5) se prolonge vers laval par un glacis supérieur, découpé en lanières et fortement encroûté. L'étage n° 4 se caractérise par un matériel de couverture particulièrement grossier. Les étages n° 3 et 2 supportent une croûte gypseuse, peu compacte, qui résulte du remaniement des assises pontico-pliocènes sous jacentes. Le glacis-terrasse n° 1 correspond à une accumulation de limons roses. Enfin une basse banquette de limons grisâtres, par endroits dédoublée, longe la Moulouya: il s'agit d'une vraie terrasse fluviatile, qui n'a pratiquement pas été alimentée par des apports latéraux de matériel.

En effet les vrais glacis-terrasses, ceux des cinq étages mentionnés, comportent au-dessus de la roche en place une couverture inégalement épaisse (1 à plusieurs mètres), où les galets plats dominent, de plus en plus émoussés depuis les abords de la montagne jusqu'au centre de la vallée: là ils s'interstratifient avec le matériel purement fluviatile amené par l'oued principal. La portion des glacis qui borde ce dernier a remarquablement résisté à l'érosion, grâce à une plus grande épaisseur de l'accumulation caillouteuse, et aussi par suite d'une très forte cimentation calcaire. Il en résulte un découpage des niveaux du Quaternaire ancien et moyen en buttes-témoins plates, qui dominent d'un côté la Moulouya et sont contigües, de l'autre, à un paysage de *badlands* disséqués aux dépens des portions des glacis les moins bien protégées.

b. En aval de Ksabi l'on remarquera sur la rive gauche de la Moulouya le grandiose escalier de glacis-terrasses du Jebel Rhassoul (fig. 13), étagé sur plus de cent mètres en-dessous d'une plateforme de calcaires lacustres pliocènes. Mais sur la rive droite c'est à peine si deux terrasses, ou trois selon les endroits, se détachent dans le paysage à quelques mètres d'altitude relative: en outre elles s'inclinent dans le sens latéral à contre-pente, c'est-à-dire non vers l'oued mais vers la plaine d'Amzaourou, leur profil prolongeant celui de certains glacis de la rive opposée. Quant à la plaine d'Amzaourou elle est recouverte par des nappes localisées d'épandages actuels, comme si l'érosion linéaire n'avait jamais réussi à se manifester et à créer des talwegs différenciés: quelques exutoires, vers l'aval, sont faiblement incisés dans le matériel caillouteux de la plateforme qui borde la Moulouya.

Tout se passe comme si une ondulation à grand rayon avait gauchi les glacis du Quaternaire ancien et moyen: à un soulèvement sur la rive



Fig. 13. Les glacis du Jebel Rhassoul

1. rebord d'anticlinal de la zone atlasique; 2. accident tectonique en bordure du Moyen Atlas; 3. glacis-terrasse du Quaternaire ancien (n° 5); 4. glacis-terrasse du Quaternaire ancien (n° 4); 5. glacis polygénique du Quaternaire ancien et moyen (surface 4—3); 6. glacis du Quaternaire moyen (surface n° 3); 7. glacis polygénique du Quaternaire moyen (surface 3—2); 8. glacis-terrasses du Quaternaire moyen (n° 2: pointillé fort) et récent (n° 1: pointillé fin); 9. zone de ravinements; 10. pente des surfaces gauchies ou déformées; 11. dépôt de pente encroûté; 12. passage d'un glacis du Quaternaire moyen à la terrasse n° 3 au bord d'un oued

gauche du fleuve, surexcitant l'érosion linéaire — d'où l'emboîtement des glacis-terrasses, s'oppose un affaissement à droite — d'où un façonnement en surface polygénique.

#### LE DOME DE TAMDAFELT—MEGDOUL

Au-delà de Tamdafelt vers l'aval le couloir se fragmente en quatre dépressions synclinales orientées O—E à SSO—NNE: elles sont séparées les unes des autres par les anticlinaux du Jebel Missouri, du Jebel Tamdafelt et de la Chebka Khlaa. La Moulouya franchit ce compartiment structural relativement exhaussé, non en taillant sa vallée dans les marnes pontiennes de l'un des synclinaux, mais en s'encaissant en cluse antécédente dans le Crétacé du Jebel Tamdafelt, en contre-bas d'une surface pliocène ployée en dôme.

La piste de Ksabi à Missouri, qui emprunte la dépression synclinale de Metlili, permet d'observer un étagement de glacis: en fait l'érosion a engendré dans les marnes pontiennes un remarquable paysage de *bad-lands* séparant des lambeaux de plateformes-témoins. Chacune de ces surfaces avait été initialement recouverte par des épandages de galets plats et non usés, que le gel transforme progressivement en dallage de gravillons. En outre une croûte gypseuse constitue l'entablement des glacis du Quaternaire ancien et moyen, occupant la place habituelle de la croûte calcaire: cette particularité paraît avoir été déterminée par les conditions climatiques (aridité interpluviale accentuée) et lithologiques locales.

#### LE PIEDMONT DU MOYEN-ATLAS DANS LA CUVETTE DE MISSOUR ET OUTAT-EL-HAJ

Au-delà de Missouri le paysage se simplifie: on entre dans un spacieux bassin, où la sédimentation s'est poursuivie sans perturbation majeure depuis le début du Tertiaire.

#### CARACTERES GEOMORPHOLOGIQUES D'ENSEMBLE

a. Cadre structural. La cuvette synclinale de Missouri-Outat-el-Haj est dominée à l'ouest par le Moyen-Atlas que jalonnent le Jebel Tafgourt, le Jebel Tsiouant, le Jebel Ajdern et enfin le Bou Naceur; la ligne de crête s'élève progressivement vers le NE, passant de 2300 m à 3300 m environ, cependant que la dénivellation par rapport au piedmont voisin s'accroît: 1000 m aux environs de Missouri, 2000 m aux environs d'Outat-el-Haj.

Le contact entre plaine et montagne est marqué tantôt directement par le bas du versant des grands anticlinaux moyen-atlasiques à armature de marno-calcaires du Dogger, tantôt par des accidents obliques — failles, flexures ou chevauchements: il en résulte une orientation d'ensemble SSO—NNE. De l'autre côté de la vallée des accidents parallèles, mais moins brutaux, marquent la limite entre la plaine et les Hauts Plateaux. Ainsi le bassin de Missour et Outat-el-Haj apparaît comme un fossé tectonique subméridien, qui localement a continué à se déprimer jusqu'au — Quaternaire récent.

b. La constitution du piedmont du Moyen Atlas. La moitié occidentale de la cuvette correspond à un immense glacis de piedmont construit depuis le Pliocène grâce à une abondante fourniture de matériel détritique par la montagne voisine: mais c'est au cours des pluviaux quaternaires qu'il a acquis sa physionomie caractéristique.

On doit distinguer trois parties, juxtaposées suivant le profil latéral, de la montagne à l'axe de la vallée. Le haut piedmont forme une bande de terrain assez étroite, trois à cinq kilomètres au maximum, où des fragments de glacis taillés en lanières s'emboîtent les uns dans les autres. Leur matériel caillouteux se raccorde soit à des dépôts de pente de la montagne, soit à des cônes fluviatiles. Les différentes surfaces convergent rapidement vers l'aval pour se confondre en un glacis unique. Ce dernier caractérise le moyen piedmont. Il étale, sur une largeur qui peut atteindre une douzaine de km, un tapis fossile de galets émiettés par le gel et enrobés dans une masse limoneuse plus ou moins rubéfiée; cette formation n'est du reste qu'un remaniement superficiel d'une accumulation caillouteuse profonde et relativement ancienne (Pliocène, Quaternaire ancien et moyen). Les eaux de ruissellement diffluent sur le moyen piedmont, s'y infiltrent et s'y évaporent. Enfin divers phénomènes de détail traduisent les tendances désertiques du climat actuel: accumulations éoliennes mineures (nebkhas), vermiculures des galets.

Quant au bas piedmont il coïncide avec une reprise de l'entaille linéaire sur une bande de terrain de largeur variable: des rigoles, canalisant le ruissellement local, s'y encaissent en se raccordant au talweg de la Moulouya. En outre le glacis se décompose à nouveau en surfaces multiples, dont chacune aboutit à une terrasse au-dessus du fleuve: mais l'ensemble de ce système étagé s'échelonne en altitude sur 40 à 50 m au maximum.

L'étude des coupes du piedmont moyen-atlasique montre clairement que l'élaboration des glacis est due à une alternance de processus d'accumulation en période pluviale, et de processus d'érosion linéaire ou latérale selon les endroits en période interpluviale.



## VARIANTES LOCALES

a. Le piedmont de Missour est dominé par des anticlinaux moyen-atlasiques relativement peu élevés (J. Tsiouant 2305 m), d'où ne sortent que des rigoles au débit modeste et très intermittent. Dans sa zone amont l'emboîtement des glacis fossiles est à peine marqué. Par contre le moyen piedmont se déprime en une véritable gouttière synclinale, large de 3 à 4 km et orientée SSO—NNE, qui constitue le trait le plus marquant du paysage immédiatement au nord de Teggour: des limons gris-clair, apportés ou remaniés au cours des grandes averses, en tapissent le fond.

Enfin, la région aval du piedmont est bombée en une sorte de dorsale à grand rayon, parallèle à la dépression synclinale de Teggour: sur son flanc occidental on peut voir nettement la surface du glacis polygénique de piedmont s'incliner à contre-pente, vers la montagne et non vers la Moulouya. Le fleuve a taillé dans la masse caillouteuse de la dorsale une vallée assez étroite, au flanc de laquelle une collection de terrasses s'étagé sur une cinquantaine de mètres, à partir du niveau supérieur.

b. Le piedmont d'Outat-el-Haj présente par rapport au secteur précédent trois différences notables. D'abord une haute montagne le domine immédiatement, avec des sommets de 2800 m à 3300 m. Un oued perenne, le Cheg el Ard, en provient: d'un bout à l'autre de sa traversée du piedmont il a réussi à fixer son cours en une vallée plus ou moins bien encaissée. En second lieu la partie supérieure du piedmont a été affectée par une déformation anticlinale, qui a favorisé l'entaille linéaire: même des oueds modestes ont creusé sous les accumulations quaternaires jusqu'aux marnes pontiennes; il en résulte un remarquable emboîtement de niveaux. Au nord du Cheg el Ard, l'amplitude du bombement diminue, et son axe se décale progressivement vers l'est, gagnant sur le moyen piedmont. Quant à celui-ci il prend aux environs d'Outat-el-Haj l'aspect d'une surface subtabulaire très monotone, tantôt limoneuse, tantôt caillouteuse suivant la répartition des zones d'épandages. Les bas piedmont s'en distingue à peine: point de dorsale, car ici le cours de la Moulouya emprunte un large couloir à tendance synclinale. Depuis le Quaternaire ancien le fleuve s'y est encaissé de 25 à 30 mètres seulement. Cependant cette faible entaille a suffi à déterminer l'élaboration de cinq étages de glacis-terrasses qui se détachent progressivement de la plateforme du moyen piedmont, sur une bande de 3 km en direction de la Moulouya, chacun s'emboîtant à peine de quelques mètres dans le précédent.

Observations de M. Cailleux: à Ksabi, le limon est de couleur D 54, du Code Expolaire, soit brun clair (Munsell).

Entre Missour et Outat-el-Haj, le Paléozoïque (quartzite brun) forme en surface 15 à 25% des galets de 5 cm (ce pourcentage a été évalué à vue; les suivants aussi). Dans le gravier en-dessous, le même quartzite forme beaucoup moins, 1 à 2%, le reste étant surtout fait de calcaire. Dans le gravier actuel de la Moulouya, plus clair, sans vernis, utilisé pour l'empierrement de la piste, les quartzites semblent encore plus rares (0,1 à 1%). Leur abondance en surface du glacis (15 à 25%) tient probablement à un enrichissement relatif, par dissolution des autres galets (qui sont calcaires). Moyennant quelques statistiques précises et quelques mesures d'épaisseur en coupe, on pourrait peut-être tenter de tirer de là une évaluation approximative de l'épaisseur de la couche ainsi disparue par décalcification, d'où indications possibles d'une part, sur l'intensité des infiltrations d'eau de précipitation et de l'autre, sur l'âge relatif des glacis: s'il s'avérait qu'en une région donnée les glacis les plus anciens ont, en surface, une proportion plus forte de quartzites bruns ou autres cailloux insolubles, on aurait peut-être là un moyen auxiliaire commode localement pour les datations.

D'autre part, étant donné la variété des roches-mères, dans les différents secteurs du Bassin de la Moulouya, les statistiques de natures de galets renseigneraient aussi sur les lieux d'origine, et donc sur la part des apports latéraux et d'amont. Ici, par exemple, les quartzites paléozoïques indiquent un apport amont, donc moulouyen.

*26 octobre : Excursion au Jebel Bou Naceur. Directeurs : M. Dresch (Paris), M. Raynal.*

## LA VALLEE DU TAOUCHGUELT SRHIR

### CADRE STRUCTURAL

Le Bou Naceur (fig. 14) correspond à un pli coffré dont l'armature est constituée par les calcaires dolomitiques du Dogger, d'épaisseur variable: d'une manière générale le faciès de cette série change du SE au NO, où les niveaux inférieurs et moyens deviennent de plus en plus marneux. Le flanc SE de l'anticlinal, au cours des dernières phases orogéniques (Villafranchien—Quaternaire ancien), s'est déversé sur le Pontico-Pliocène de la vallée de la Moulouya, le long d'une ligne d'accident SSO—NNE qui marque la bordure du fossé subsident d'Outat-el-Haj.

A Tirnest le Pontico-Pliocène ondulé (marnes roses, conglomérats à éléments émoussés, calcaires lacustres) a été taillé en une spacieuse combe qu'arrosent les eaux de quelques résurgences jalonnant l'accident tectonique.

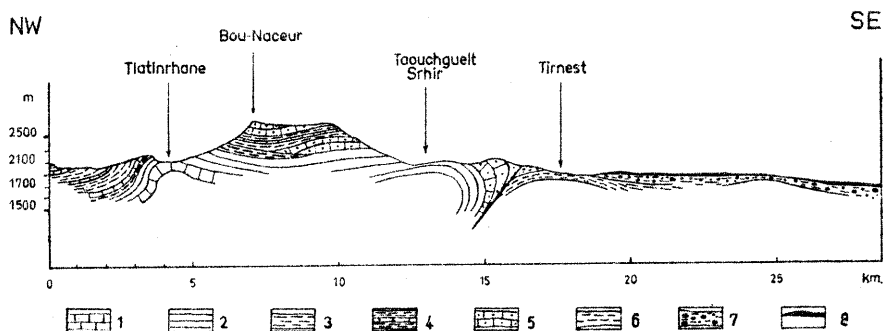


Fig. 14. Coupe du massif du Bou Naceur

1. Lias inférieur: calcaires; 2. Lias supérieur et moyen: marnes, schistes; 3. Aalénien-Bajocien inférieur: marno-calcaires; 4. Dogger, faciès Moyen Atlas: marnes, bancs calcaires; 5. Dogger, faciès Hauts Plateaux — dolomies; 6. Miocène continental: marnes; 7. Pliocène continental: conglomérats, grès; 8. couverture quaternaire du piedmont: limons, croûtes, cailloutis

La vallée du Tauguelt Srhir est l'une des trois dépressions profondément excavées dans les marnes du Bajocien inférieur et du Lias supérieur à l'intérieur de la montagne: mais comme les deux autres elle débouche du massif sur le piedmont par un goulet relativement étroit dans les calcaires dolomitiques.

#### LE CONE DE PIEDMONT DE L'ASIF TAOUCHGUELT

Presque immédiatement après la sortie de l'oued sur le piedmont, le lit de l'Asif Taouchguelt se transforme en une nappe de galets délavés par des crues intermittentes, à la surface d'un cône fossile que l'érosion n'arrive pas à inciser. Le matériel accumulé, visible en coupe le long de quelques rigoles près du flanc de la montagne, comprend trois sortes de formations: des amas de blocs anguleux mis en place par des coulées boueuses, des lits de galets plats et peu émoussés, des lentilles de gravillon calibré sans matrice fine (grèzes nivales). Le cône fossile ainsi constitué s'étale en contre-bas d'un glacis perché et érodé en lanières, dont la couverture ravine le Pontico-Pliocène (glacis villafranchien). Mais sa surface ne résulte pas directement d'une accumulation réalisée au Quaternaire ancien; elle est polygénique: en effet elle a été façonnée par la convergence

de plusieurs niveaux de glacis-terrasses, étagés en montagne et confondus sur la piedmont.

LA VALLEE EN MONTAGNE ENTRE LA GORGE AVAL ET LE CONFLUENT CES DEUX  
TRIBUTAIRES PRINCIPAUX

La vallée de l'Asif Taouchguelt s'évase progressivement à l'intérieur de la montagne, à mesure que s'épaississent les marnes grises rencontrées par l'érosion sous les calcaires dolomitiques. Mais la roche en place est en grande partie masquée par le développement d'un glacis d'accumulation taillé en lanières et raccordé latéralement à des dépôts de pente. La puissance de cette masse détritique augmente d'aval en amont: au confluent des deux tributaires principaux de l'Asif Taouchguelt, à 1 km environ d'Ain Lafroua, la coupe du glacis au-dessus du talweg laisse voir, sur une trentaine de mètres, des conglomérats assez bien lités et fortement cimentés, aux éléments plats et non émoussés. Des blocs de gros calibre apparaissent sporadiquement à l'intérieur de la formation, et surtout à la partie supérieure, moins consolidée que le reste. Emboîtés dans ce glacis principal, d'autres dépôts de pente moins épais aboutissent dans le fond de la vallée à des terrasses caillouteuses, plus ou moins bien distinctes et étagées selon les endroits. Les uns ont été cimentés par un encroûtement calcaire, moins puissant toutefois que celui du glacis principal: les autres, les plus récents, se caractérisent par leur couleur ocre, un matériel plus limoneux, des cailloutis de petit calibre, et ils prennent l'aspect de grèzes litées au-dessus de 1800 m.

LA HAUTE VALLEE

Aux environs d'Ain Lafroua on peut noter dans le paysage l'emboîtement de trois séries de formes avec les dépôts correspondants.

a. La haute vallée de l'Asif Taouchguelt s'épanouit en un vaste cirque, dont les parois supérieures sont taillées dans les calcaires dolomitiques et le fond dans les marnes grises du Jurassique moyen. Ouvert au sud en direction de la vallée de la Moulouya, ce cirque a été tronqué dans sa partie orientale par l'érosion très active du bassin de l'oued Beni Ouriach. Sur les versants s'accroche une grèze litée épaisse et fortement cimentée qui se raccorde, au niveau d'Ain Lafroua, au glacis principal: celui-ci comporte, comme plus bas, une accumulation de galets lités, non usés, de calibre modeste ( $L = 10-20$  cm). Mais le fait original de la haute vallée est l'existence, par dessus cette formation d'une gigantesque coulée de blocs, peu consolidée. Certains éléments font plusieurs  $m^3$  de volume.

Glacis d'accumulation et coulée se trouvent perchés à plus de 200 m au-dessus de l'oued Beni Ouriach, et à plusieurs dizaines de mètres au-dessus des talwegs qui entaillent le grand cirque du Taouchguelt Shhir.

On peut considérer ces formes et dépôts comme les témoins des périodes froides et humides du Quaternaire ancien (probablement au nombre de deux). La montagne, encore peu évidée, paraît avoir subi un système d'érosion d'abord fluvio-périglaciaire, puis dans une deuxième phase (celle des coulées) plus franchement périglaciaire, voire glaciaire.

b. Plusieurs petits cirques sont excavés dans les parois subsistantes du grand cirque (côté ouest). Ils se groupent en deux ensembles dont chacun débouche sur une vallée en auge taillée à l'amont dans la roche en place, et plus bas dans les accumulations du Quaternaire ancien. Le fond de ces dépressions est occupé par un glacier rocheux qui s'amenuise vers l'aval, devient peu à peu une simple coulée de pierre, puis se raccorde au glacis caillouteux encroûté qui domine de quelques mètres la basse terrasse de l'Asif Taouchguelt. Ainsi ces coulées de fond de vallée, relativement récentes, peuvent être rapportées à la dernière période humide précédant un encroûtement généralisé, c'est-à-dire le pluvial tennsiftien. Il faut noter aussi l'existence d'une terrasse antérieure, façonnée au flanc de la vallée dans le matériel du Quaternaire ancien.

c. Des retouches de détail ont été apportées au modelé après l'époque où furent façonnés les petits cirques et accumulés les glaciers rocheux. Ce sont des grèzes litées non consolidées à matrice limoneuse ocre, qui donnent aux versants de la haute montagne un profil linéaire: on peut les attribuer au dernier pluvial (Grimaldien—Soltanien). Mais au-dessus de 2500—2600 m elles évoluent actuellement: la fonte de la neige en délave les parties fines, remanie la disposition des galets et détermine sur les versants les plus chauds le développement de manteaux de pierrailles grisâtres. Enfin des cheminées encombrées d'éboulis ont été sculptées dans les corniches bajociennes du haut des cirques: elles sont encore occupées par des névés temporaires dont certains persistent jusqu'en août.

#### LE PIEDMONT — L'OUED BENI OURIACH

Le piedmont du Bou Naceur entre Tirnest et Reggou montre clairement la combinaison des influences de la tectonique et des oscillations climatiques du Quaternaire dans l'évolution du modelé. Si, d'une manière générale, les périodes pluviales correspondent à une prédominance des processus d'accumulation par un ruissellement surchargé et les interpluviales favorisent la dissection et l'érosion linéaire le long de quelques artè-

res privilégiées, ce schéma simple est perturbé par les manifestations de la tectonique dans le bassin d'Outat-el-Haj et surtout en bordure du Moyen Atlas.

Des ondulations anticlinales subméridiennes (SSO—NNE) affectent la masse cailloutis accumulés depuis le Quaternaire ancien dans les cônes coalescents du piedmont, en particulier à l'est de Tirnest et au SE de Reggou. Elles ont favorisé l'érosion linéaire, même dans des zones qui ne sont traversées que par de modestes rigoles comme celles du bassin inférieur de l'Asif Taouchguelt. La coupe des berges de certains oueds montre, par l'emboîtement complexe des dépôts, que l'implantation de réseau hydrographique sur le piedmont est un fait déjà ancien.

Par contre l'oued Beni Ouriach (fig. 15) a construit son cône dans une zone synclinale. Il s'agit d'un cours d'eau relativement bien alimenté en montagne par le ruissellement des averses sur des pentes marneuses, et par de grosses sources au contact de ces marnes et des calcaires dolomitiques du Dogger. Au débouché sur le piedmont on aperçoit un grandiose emboîtement de cinq niveaux d'accumulation, les trois plus récents ne faisant que reprendre, à l'intérieur de la vallée taillée dans un cône ancien, le matériel grossier de ce dernier. Mais à 4 km en aval les différents niveaux se sont tous confondus en un glacis unique où la blocaille est recouverte par un placage de limons et de cailloutis: le talweg, actuellement balayé par les crues, n'y est encaissé que de quelques mètres. Cette médiocrité de la dissection persiste même aux abords de la Moulouya, où le glacis-cône se termine par une terrasse d'une quinzaine de mètres d'altitude relative. La rive orientale du fleuve, par contre, offre un étagement de niveaux bien distincts: c'est qu'elle a été façonnée dans un dôme, à la faveur duquel les assises jurassiques affleurent, émergeant du remplissage pliocène et quaternaire. Plusieurs réseaux de vallées s'y sont organisés et encaissés, quoique beaucoup plus modestement alimentés que l'oued Beni Ouriach.

La portion considérée du piedmont du Moyen Atlas manifeste donc la paralysie de l'érosion linéaire dans les synclinaux: en période interpluviale les glacis d'accumulation subissent à peine un remaniement superficiel, d'où leur évolution en formes polygéniques.

Observations de M. Cailleux (Jebel Bou Naceur): Trois signes nous indiquent qu'au Salétien il y a eu ici, en haute altitude, soit un pergélisol, soit au moins un sol souvent gelé jusque dans l'été.

1° Au débouché de l'affluent dans la plaine, les blocs, du Salétien sont beaucoup plus gros que ceux des cônes ou glacis plus récents, en contrebas, ce qui implique un écoulement bien plus fort. Précipitation plus fortes? Mais même de nos jours les années les plus pluvieuses ne permet-

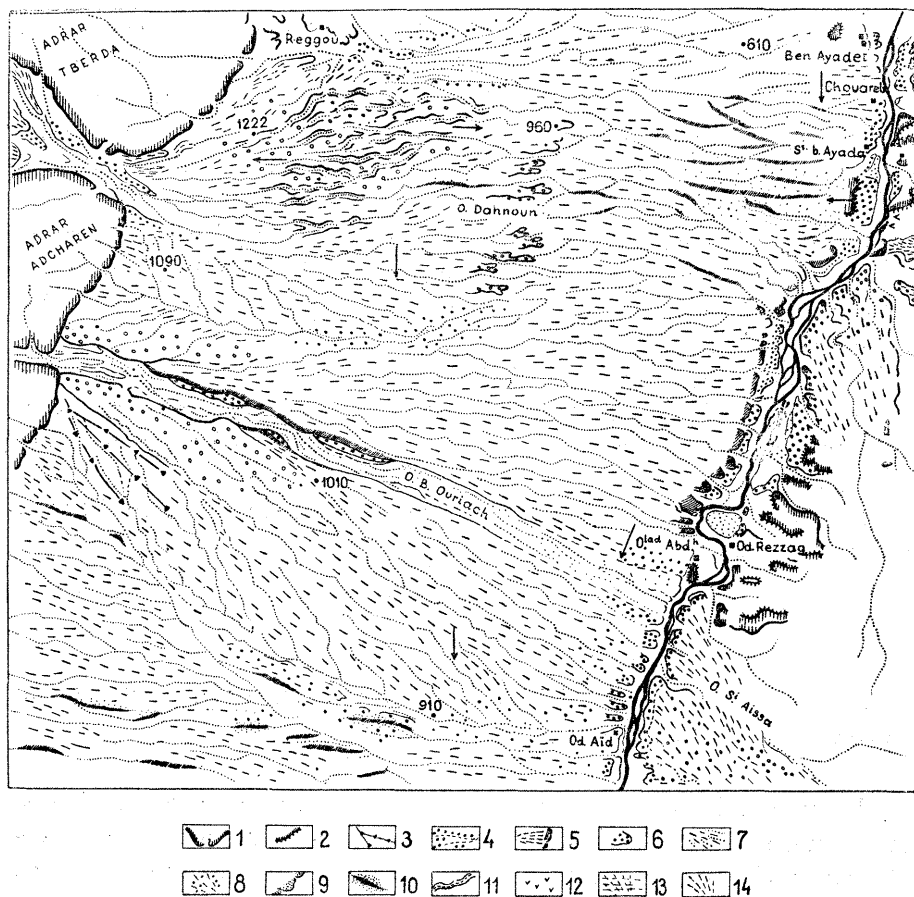


Fig. 15. Le piedmont du Bou Naceur au débouché de l'oued Beni-Ouriach

1. affleurement du socle mésozoïque: rebord d'anticlinal; 2. affleurement du socle mésozoïque: escarpement d'érosion; 3. cône ou glaciais supérieur: Villafranchien récent, Quaternaire ancien; 4. cône et terrasse du Quaternaire ancien: étage n° 4; 5. cône et terrasse du Quaternaire moyen: étage n° 3; 6. cône, glaciais, ou terrasse du Quaternaire moyen: étage n° 2; 7. surface du Quaternaire moyen, sans détermination chronologique précise; 8. cône ou glaciais polygénique ayant évolué sur place du Quaternaire ancien ou Quaternaire moyen; 9. glaciais ou terrasse du Quaternaire récent (n° 1); 10. épandages actuels sur une surface limoneuse parachevée au Quaternaire récent; 11. tronçon de vallon d'oued encaissé; 12. ravinements actuels; 13. glaciais polygénique (Quaternaire ancien et moyen) remaniant une surface pliocène; 14. glaciais d'âge indéterminé, antérieur au Quaternaire récent

tent pas le transport d'aussi gros blocs, l'eau s'infiltrant beaucoup dans les dolomies du haut bassin. Mais si, lors des périodes froides quaternaires, ce haut bassin avait un sol gelé permanent, ou persistant tard dans l'été, l'eau ne pouvait pas s'infiltrer et allait grossir les écoulements de surface.

2° En altitude, vers 2100 m, dans le cirque, les placages de grèze, épais de 1 à 2 m, sont faits de fragments anguleux de 2 à 10 mm environ,

de dolomie. Comme ils s'étendent sur toute la largeur des versants, ils ne résultent pas d'écoulements linéaires, torrentiels. D'ailleurs, sur la coulée plus grossière, à l'Est, sur 30 blocs de plus de 60 cm observés, j'en ai comptée 19, soit 63%, parallèles à la pente, alors que dans un torrent la majorité est au contraire perpendiculaire à la pente. Ainsi les dépôts de versant du cirque ne peuvent résulter que de solifluxion boueuse (à l'Est, la boue est présente) ou de glissement de cailloux sur la pente (au Centre, où il y a des vides entre cailloux). Or la solifluxion est favorisée par un sol gelé, sous-jacent, et le glissement de cailloux est favorisé par une couche de glace (verglas ou autre).

3° D'après M. Raynal, la limite des neiges permanentes devait être de 1000 m plus bas qu'aujourd'hui. Dans ces conditions, le sol en haute altitude pouvait être gelé, en profondeur, d'une manière permanente, ou du moins pendant de longs mois.

En résumé, il y a dans le massif du Jebel Bou Naceur des signes d'action du froid certaine et intense, au Quaternaire.

*27 octobre : Outat — Missour — Boulemane — Fès. Traversée du Moyen Atlas Central. Directeur : M. Pujos.*

D'Outat à Missour, la route longe la rive gauche de la Moulouya, sur laquelle s'étalent deux séries de glacis polygéniques séparés par l'anticlinal de Teggour. La végétation, saharienne ou subsaharienne, est constituée essentiellement de Salsolacées, et de Chaméphytes épineux (*Lycium*, *Launaea*).

Après Missour on franchit la dorsale oligocène de Teniet el Msamir; puis après avoir longé les basses terrasses de l'oued Chouf Ech Cherg, entaillées dans les marnes gypso-salines tertiaires (principalement Miocène continental), on rencontre l'escalier de glacis-terrasses de Douira, où l'on pénètre dans les nappes d'alfa (climat un peu plus humide, et plus froid).

#### L'ESCALIER DE GLACIS-TERRASSES DE DOUIRA (1000—1250 m)

Un arrêt sur le glacis-terrasse n° 4 (Salétien), après le poste de Nif Rhalem, permet d'observer la série complète des marches. Au-dessous, au bord de l'oued Chouf Ech Cherg, les terrasses se différencient nettement par leur coloration: rharbienne foncée, grimaldienne rose, tennsifienne peu rubéfiée (consolidée), amirienne rose.



Le glaci 4 est caractérisé par de la grosse blocaille au milieu de galets de calibre moyen (10—25 cm); les blocs sont anguleux, émoussés aux angles. La formation se termine par un poudingue très consolidé. Sur la marche supérieure, le glaci n° 5, ondulé, à éléments de petit calibre (5—10 cm) très anguleux, ravine les conglomérats ovoïdes du Pliocène (n° 6).

#### PLAINE D'ENJIL — CARREFOUR DE LA ROUTE DE MISSOUR

Après avoir traversé les nappes d'alfa des glaci entourant le *jebel Ouchilas*, la route pénètre dans la haute plaine d'Enjil par le col de *Tikniouine* (1750 m). Un ravinement dans les pentes, à l'Est de ce point, permet d'observer la liaison des croûtes des versant avec les marnes sous-jacentes (du Jurassique moyen); des hauteurs, le point de vue est remarquable sur les glaci supérieurs des oueds Enjil et Chouf Ech Cherg.

Le carrefour de la route Missouri avec la route Midelt—Fès (1650 m) offre des coupes dans des dépôts de pente anciens. On peut y voir le remaniement d'un cône à blocaille grossière (Salétien?) par des grèzes superficielles plus fines, encroûtées, attribuables sans doute à l'avant-dernier pluvial (Tennsiftien = Riss).

A noter l'importance du Quaternaire ancien par rapport au récent, et la faiblesse de l'entaille de l'oued Enjil dans sa zone d'épandage (zone de subsidence).

#### COL DE LA ROSE DES VENTS (1950 m)

Après avoir traversé en cluse l'anticlinal jurassique du *Taurirt Tamokrant*, on pénètre dans la cuvette des *Aït Saïd*, dominée par une haute cuesta dans le Bathonien; puis on remonte le haut bassin de l'oued Enjil; on quitte l'alfa pour les formations steppiques montagnardes du col de la Rose des Vents (xérophytes épineux).

Contre l'anticlinal du *Tichoukt* s'appuient les formations puissantes — Dogger et Eocène-Oligocène — du *jebel Oudiksou*. Le remplissage continental d'un creux d'érosion antémiocène a été repris en de puissants glaci anciens (Pliocène et Quaternaire). Au nord du col, les fins dépôts wurmiens recouvrent une puissante blocaille; ils contiennent des horizons de cendres volcaniques (fig. 16).

Le Quaternaire récent a façonné des vallées en berceau dans lesquelles s'emboîtent de petites vallées sèches ou *almous* (actuel). Le sol est sillonné de banquettes gazonnées sur lesquelles s'inscrit la végétation en coussinets: thym, Graminées, xérophytes épineux (*Erinacea*, buplèvre, etc.).

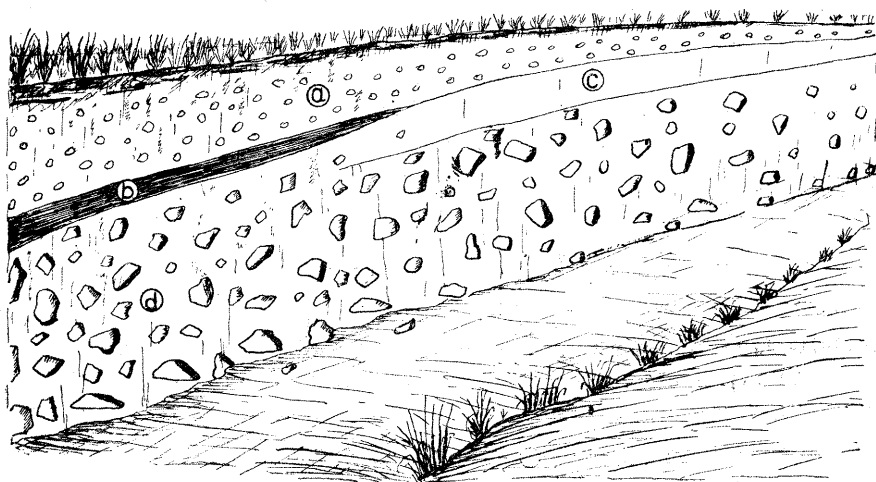


Fig. 16.

a. Würm; b. cendres volcaniques; c. horizon blanchâtre calcaire; d. Quaternaire ancien

#### TUNNEL AU-DESSUS DE BOULEMANE

Des grèzes nivales, constituées à partir des calcaires bathoniens, tapissent les versants, sous la corniche traversée en tunnel par la route. Les éboulis constituants, très anguleux, bien calibrés, sont juxtaposés, mais ni soudés entre eux par du calcaire, ni reliés par du limon fin; il y a même des vides importants. Ils sont fossilisés par une épaisse croûte de ruissellement à peine recouverte par les minces dépôts récents du Wurm et du Néolithique, qui constituent le sol meuble.

Végétation: chênaie de chêne vert de type continental à buis avec des espèces qui s'avancent de la Moulouya et qui se maintiennent encore nombreuses en exposition Sud (alfa, armoise, genêt retamoïde); dans les bas-fonds, très froids, frêne dimorphe.

#### DESCENTE DE TIRHBOULA SUR L'OUED GUIGOU

Dans les coupes du talus de la route on observe des juxtapositions et des emboîtements de grèzes litées rubéfiées — à éléments relativement petits (Wurm) — et de formations consolidées beaucoup plus grossières et peu rubéfiées (Quaternaire moyen probable).

Plus bas, avant les derniers virages précédant le Guigou, les dépôts de pente présentent localement des superpositions (Grimaldien-Soltanien

rouge sur Tensiftien encroûté); la dernière coupe présente même un niveau noirci (Rharbien probable).

Le milieu est déjà beaucoup plus sec que dans la chênaie au-dessus de Boulemane; la croûte calcaire est subaffleurante dans les versants orientaux du jebel Jemel qui dominant le Guigou; le chêne-vert est à l'état de garrigue très mélangée: buxaie à alfa, armoise et genêt retamoïde.

Vers la rive gauche du Guigou, on aperçoit la végétation encore plus rabougrie et dégradée sur les versants d'exposition sud.

#### TERRASSES AU PONT DU GUIGO (1480 m)

En rive gauche du Guigou, un glaciais-terrasse de l'avant-dernier pluvial s'appuie sur un versant liasique; il se raccorde, à quelque chose près, à la dalle basaltique dans laquelle l'oued a creusé son lit depuis ses sources (région de l'Aguelmam-n-Sidi-Ali), et emboîté sa terrasse soltanienne.

#### DAÏET AFROUGAH (1400 m)

Après avoir quitté le bassin du Guigou au Tizi Abekhnanas (maison forestière, dans la chênaie claire, 1700 m), la route traverse une succession de grandes cuvettes, très évasées, à fond aplani, sans collecteur; seule une origine nivale semble pouvoir expliquer semblable morphologie.

Dans la deuxième cuvette, l'Aguelmam Afrougah, situé au pied des reliefs dolomitiques, présente un exutoire non fonctionnel (vallon grimaldien-soltanien); en aval de la route, des prairies (*almous*) occupent la terrasse rharbienne. La couverture générale de la plaine est encroûtée (Quaternaire moyen).

Il y a ici une nuance climatique plus humide que dans le bassin du Guigou: les vallées sont fossiles depuis le Rharbien seulement, alors que pour ce dernier elles le sont depuis le Wurm.

#### CARREFOUR DE LA PISTE D'IMOUZZER DU KANDAR, PRES DU DOUAR MEZDOU

Un peu avant la sortie de la forêt de chêne-vert, on observe, dans les formations superficielles, une transition des faciès périglaciaires à la terra rossa.

Da la couleur ocre, on passe à des tons rouges plus typiques; les stratifications témoignent davantage de ruissellements que de solifluctions; celles-ci restent nettes dans les dépôts antéwurmiens sous-jacents: grèzes grossières consolidées. En surface, on peut observer des dépôts noircis; ceux-ci prennent de l'extension en position emboîtée (Rharbien probable).

## COUPE AU-DESSOUS DU DOUAR MEZDOU (ALTITUDE 1000 m)

Une coupe (fig. 17) dans la terrasse tensiftienne montre des grèzes litées festonnées surmontées par des éléments grossiers soliflués et consolidés par la croûte. Le Soltanien (Grimaldien) est ici purement fluvatile (rubéfié et non consolidé).

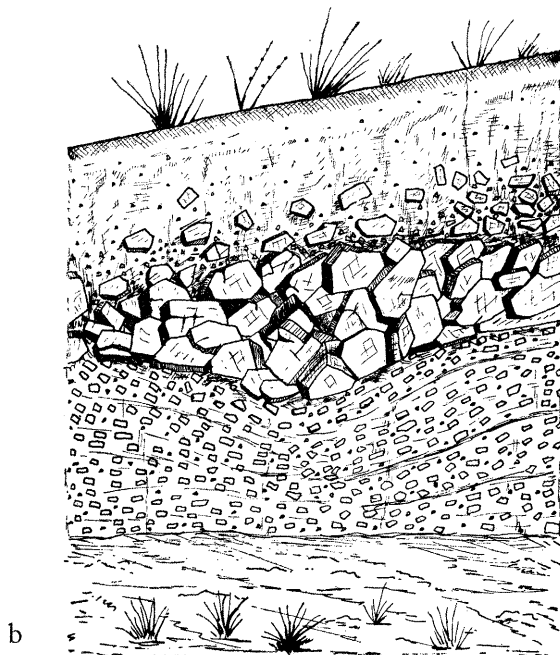
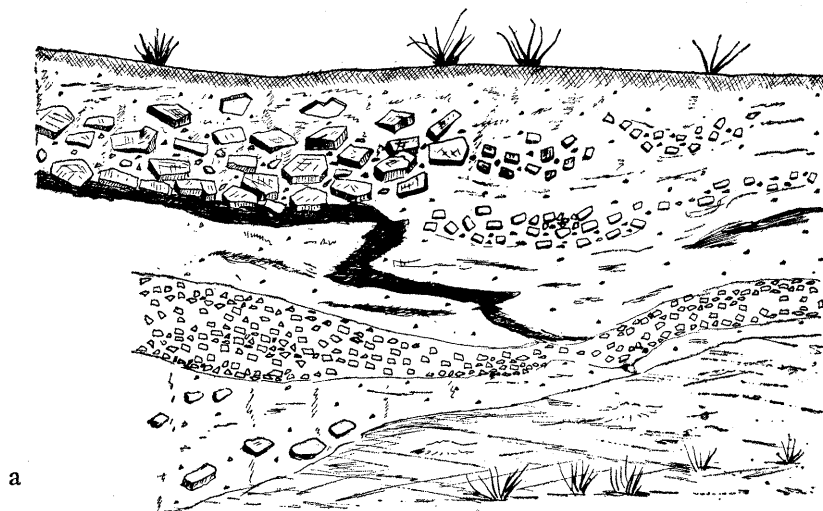


Fig. 17.

Observations de M. Cailleux (à Col de Tikniouine): Les croûtes calcaires épaisses ici de 1 à 40 cm se sont formées en surface, du haut vers le bas: on les voit en effet insinuées vers le bas dans les diaclases. L'hypothèse *per descensum* qui a été démontrée pour l'Algérie par mon éminent ancien élève Durand, s'applique donc ici, comme l'ont fort bien vu nos distingués confrères marocains.

Ceci suppose, à l'époque, un sol nu, au moins sur la majeure partie de sa surface.

28 octobre : Repos à Fès.

29 octobre : Fès — Ktama par Ouezzane et Bab Taza. Directeur : M. Maurer (Meknes).

#### DE FES A BAB TAZA: PRERIF ET ZONE SUDRIFAINE

L'excursion traverse au Nord de Fès, sur la route d'Ouezzane, le domaine prérifain. Ce pays de collines généralement peu élevées, 200 à 600 m, drainées par le Sebou moyen, correspond à la partie externe des charriages rifains, ceux dont les matériaux très plastiques sont allés le plus loin vers le Sud. Pourtant des grès et des calcaires tertiaires donnent des reliefs discontinus, où l'on reconnaît facilement toutes les formes classiques des pays de structure plissée. Ils „flottent” littéralement sur l'épaisse masse des marnes crétacées et miocènes dans lesquelles l'érosion quaternaire a creusé de larges bassins. Le Zalarh, écaille de calcaires secondaires de faciès moyen-atlasique, prise et déversée dans le charriage, limite, de ses 900 m de hauteur, le domaine prérifain au Sud; la partie haute de ses versants, au-dessus de 700 m, est fossilisée par des grèzes litées, emboîtées les unes dans les autres, chacune étant caractérisée par un certain calibre des éléments calcaires qui la composent. Vers le nord, au massif de Moulay Bou Chta, nous atteignons le domaine géologique sud-rifain avec apparition d'un matériel nouveau, plus schisteux donc plus résistant, au milieu duquel pointent des écailles calcaires venues du tréfonds et appelées *sofs*. Nous suivons ce pays jusqu'au nord d'Ouezzane et ce cadre de basses montagnes, 700—800 m, n'est interrompu que par les coupures de l'Oued Ouerrha et de ses principaux affluents; dans ces vallées s'étage un remarquable système de terrasses quaternaires, avec trois niveaux majeurs; nous les avons déjà entr'aperçus lors du passage dans la vallée de l'Oued Sebou, et nous les retrouvons dans celle de l'Oued Loukos.

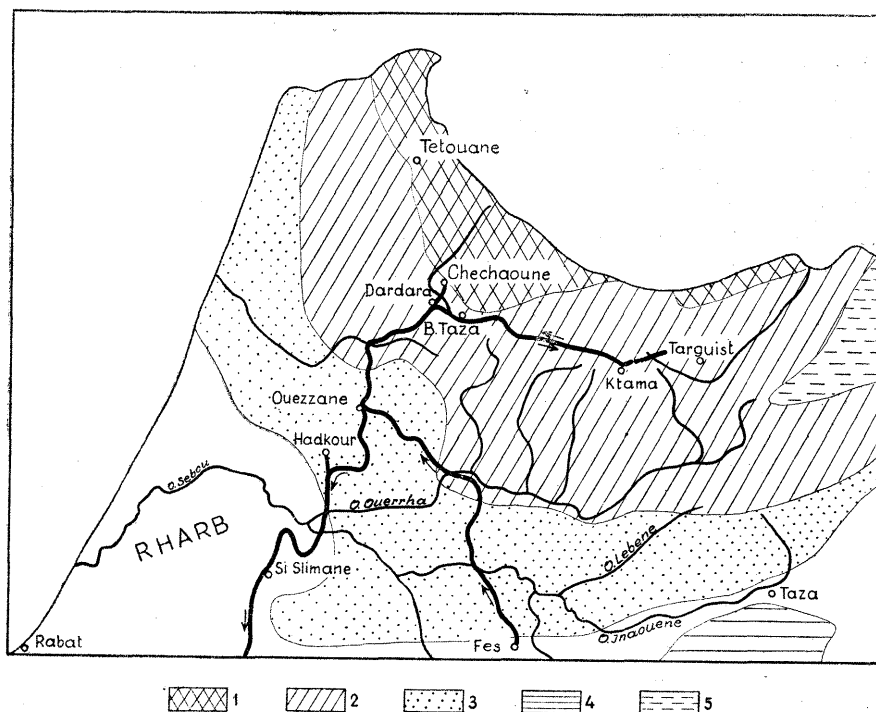


Fig. 18. Croquis d'itinéraire: Rif et Préfif

1. dorsale calcaire et paléozoïque; 2. zone marneuse, schisteuse et gréseuse du Rif; 3. Préfif; 4. Moyen Atlas; 5. autochtone oriental

#### DE BAB TAZA A KTAMA: LA MONTAGNE RIFAINE OCCIDENTALE

De Bab Taza à Ktama, la grande route de Tetouane à Mellila traverse le trois principaux types de paysages morphologiques qui composent la montagne rifaine de l'Ouest (fig. 18, 19); de tous les facteurs de diversité, l'altitude reste le plus important.

#### LA BASSE MONTAGNE RIFAINE OCCIDENTALE

Arrêt dans la montée de Bab Taza, à 2 km environ du col.

Une large dépression drainée par l'oued Lao, s'allonge du nord-ouest au sud-est, limitée au nord par les écailles empilées les unes sur les autres de la dorsale calcaire qui atteint 2000 m et forme une véritable muraille, au sud par des crêtes gréseuses, grès numidiens souvent à grains grossiers

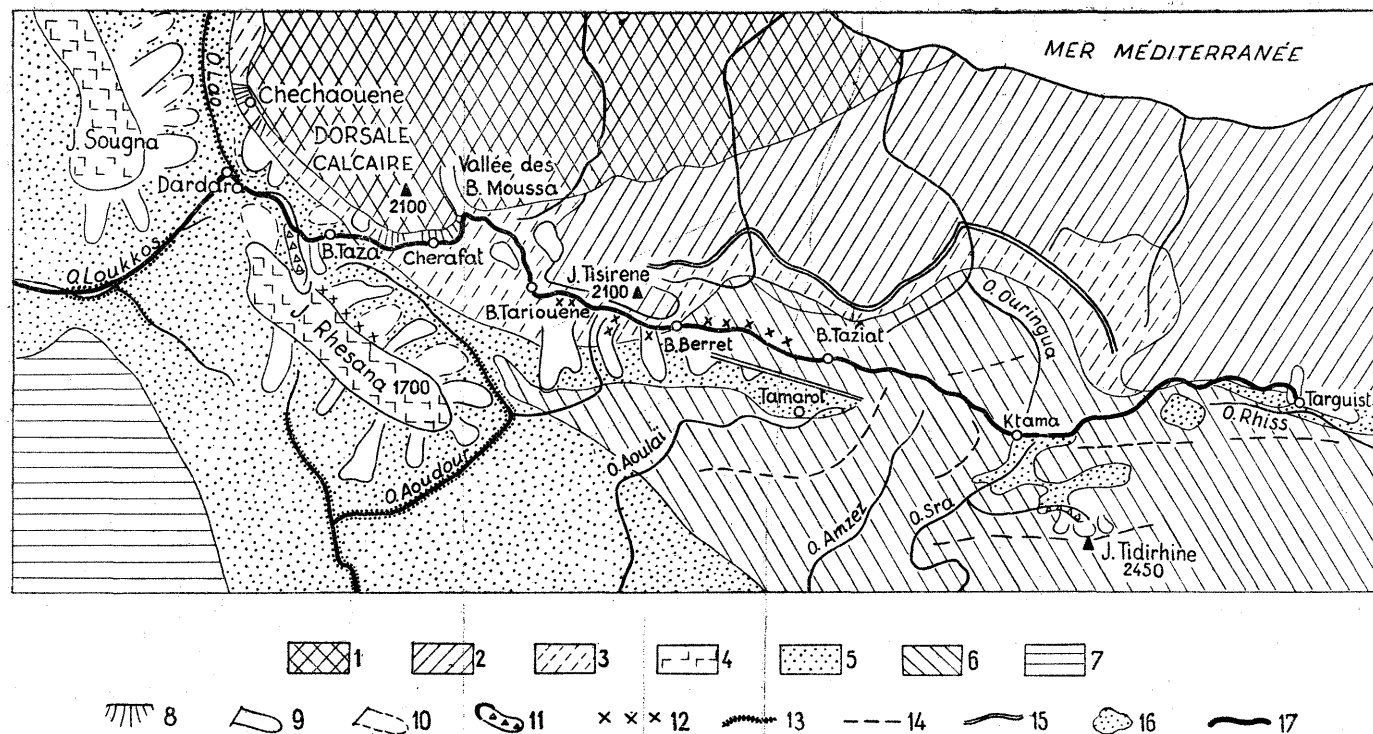


Fig. 19. Croquis structural et morphologique du Rif occidental et central

1. dorsale calcaire et zone paléozoïque; 2. nappe du Tisirene; 3. nappe des Beni Ider; 4. unité numidienne; 5. unité de Tanger: Sénonien; 6. unité de Ktama; 7. Préf; 8. grèzes au pied de la dorsale calcaire; 9. hauts versants et glacis d'âge Villafranchien; 10. versants et glacis: Quaternaire moyen; 11. cirque avec coulée rocheuse; 12. dayas dans niches de nivation; 13. système de terrasses bordant un oued...; 14. principales crêtes; 15. abrupt de grande hauteur; 16. hautes surfaces des Llanos; 17. itinéraire

qui culminent à 1600—1700 m aux J. Sougna et Rhesana. La dépression est creusée dans les schistes et argiles tendres crétacés — sénoniens — sur lesquels se sont étagés, aux pieds des reliefs gréseux résistants, de longs versants emboîtés les uns dans les autres entre 1000 m et 400 m. Leurs formes de plateaux allongés ou triangulaires sont très nettement soulignées dans le paysage par les forêts de chênes-lièges qui les recouvrent. Pourtant, dans le détail, leur surface en pente assez forte, est loin d'être régulière; c'est un chaos de bosses et de creux, modelés partout dans une même couverture de matériaux détritiques de couleur rouge de quelques mètres d'épaisseur en moyenne et composée de blocs de grès anguleux de toutes tailles, emballés dans une matrice sablonneuse. Les versants les plus élevés qui dominent le fond de la vallée de l'oued Lao de 150 à 200 m sont les seuls à avoir une structure plus complexe, ainsi celui où nous sommes arrêtés. La coupe de la tranchée de la route (fig. 20) nous montre, repo-

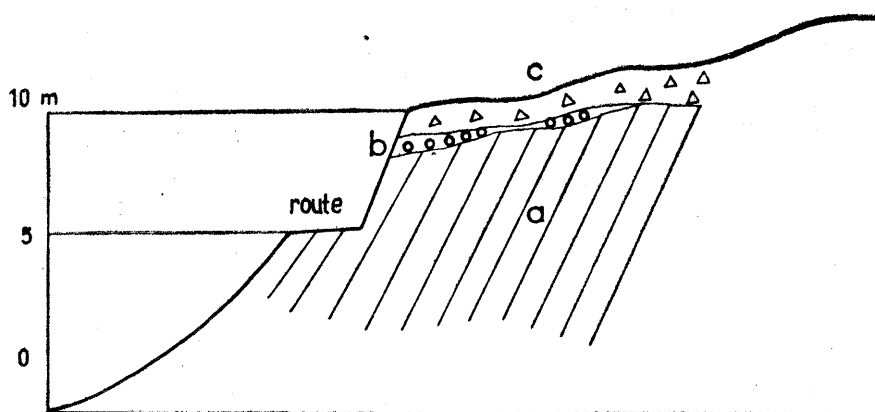


Fig. 20. Coupe d'un haut niveau à l'W de Bab-Taza

a. roche en place; b. galets de grès émousés enrobés dans une argile blanche; c. couverture rouge à blocs anguleux enrobés dans une matière sablonneuse

sant sur la roche en place composée ici de schistes — à la base, des poches discontinues où sont disposés en vrac des galets de grès généralement bien émousés et emballés dans une pâte argileuse de couleur blanche; par-dessus, ravinant le tout, la couverture classique décrite un peu plus haut avec des blocs de grès de nature identique, mais d'aspect cette fois anguleux et emballés dans la matrice sablonneuse de couleur rouge. L'origine du matériel étant la même, seule une évolution climatique et morphologique peut expliquer cette opposition de faciès des dépôts. Nous imaginons volontiers un âge pliocène pour les galets à matrice argileuse blanche et



nous pourrions alors expliquer la mise en place des dépôts rouges à blocs anguleux sous un climat quaternaire très ancien peut-être villafranchien.

Ce dernier processus morphologique a joué à plusieurs reprises, puisque nous retrouvons les mêmes dépôts rouges sur les versants situés en contrebas de l'étage supérieur; on identifie le plus souvent trois niveaux, avec chaque fois passage latéral des blocs anguleux de couverture à des éléments émoussés sur les trois terrasses fluviales de la vallée; nous avons là un étagement de formes datées du Quaternaire ancien, du Quaternaire moyen et du Quaternaire récent, enfin une basse terrasse grise borde le lit majeur de l'oued. Notons que souvent les dépôts rattachés au Quaternaire ancien sont beaucoup plus épais que les autres et se poursuivent vers l'amont par des formes en creux entaillées profondément dans les crêtes gréseuses, sortes de niches ou cirques très ouverts, alors que les très hauts niveaux se rattachent toujours directement aux crêtes par des versants réguliers.

Nous pouvons poser une dernière question: comment envisager le processus-même de la mise en place de ces dépôts rouges? Seules des coulées boueuses peuvent transporter de tels matériaux de taille aussi variée sur des distances de plusieurs kilomètres sans provoquer un quelconque émoussé. Ces coulées, souvent peu épaisses, n'ont qu'un pouvoir d'érosion limité et se sont donc installés chaque fois sur un relief façonné sans doute par un ruissellement préalable établi en fonction d'un certain niveau de base. Il faudrait donc envisager une période de creusement, puis une seconde phase climatique de type froid humide (pluvial), caractérisée par des coulées plus ou moins parallèles et dont la juxtaposition donne cette disposition en longs versants. Cependant pour les très hauts niveaux, d'âge villafranchien, à profil longitudinal et transversal convexe, un phénomène de *creep* ou reptation en milieu climatique tropical humide donnerait une explication plus satisfaisante. Ajoutons que, aux différentes périodes pluviales, il y a remaniement, sous forme de coulées de solifluction, des dépôts antérieurs et que l'impression de chaos ne peut qu'être accentuée. Quant à l'érosion actuelle, elle n'agit que dans les secteurs où apparaît le soubassement marneux: c'est le domaine de la solifluction, humide avec des formes d'arrachements et de loupes de petite taille.

Arrêt au marabout à 3 km à E de Bab Taza.

Vue générale sur la face nord-est du J. Rhesana, caractérisée par un emboîtement de longs versants de forêts de chênes-lièges alors que la crête gréseuse porte des chênes zeens.

Arrêt au départ de la route de Beni-Derkul.

Au pied de la Dorsale calcaire, à 800 m, très court versant installé sur

les terrains tendres oligocènes et fossilisé par une couverture comprenant deux séries de dépôts caillouteux calibrés de petite taille dessinant de larges festons, le tout ravinant une coulée de versant à éléments plus grossiers et surtout non organisés.

Arrêt au débouché de la vallée des Beni Moussa.

La vallée des Beni Moussa, dans la dorsale calcaire, est fossilisée par des coulées rocheuses de versant, emboîtées les unes dans les autres, ce qui permet d'y reconstituer une chronologie quaternaire. Une de ces coulées domine la route, légèrement à l'Est du pont.

Un peu avant le col de Tariouene nous quittons les pays de la basse montagne rifaine de l'Ouest pour atteindre un nouveau domaine qui s'étage de 1000 à 1400 m environ et que nous pouvons appeler moyenne montagne. A vrai dire il s'agit très souvent ici d'une étroite zone située juste au pied des crêtes gréseuses et couverte de chênes-zeens.

#### LA MOYENNE MONTAGNE RIFAINNE OCCIDENTALE

Arrêt un peu à l'Est du col de Tariouene (1350 m)

Vue générale sur le bassin de Tamorot, installé dans une avancée vers l'est de marno-schistes sénoniens, encadré de crêtes gréseuses et quartzitiques appartenant soit à la nappe des Ktama, soit à la nappe du Tisirene dont nous voyons les falaises méridionales audessus de Bab Berret. La route traverse une région d'étangs, de trous d'eau, les dayas, installés dans des creux à fond plat, de forme ronde, souvent aussi allongée, et qui s'étagent les uns au-dessus des autres. Ces sortes de niches sont installées soit dans un épais manteau de débris anguleux, accumulés au pied des hautes parois rocheuses, soit dans la roche en place.

Ce sont donc des formes d'origine bien variée, dayas de barrage par coulées rocheuses au solifluctions gigantesques dans le premier cas, d'érosion dans le second, mais très souvent ces deux facteurs sont mêlés. Leur histoire est ancienne et l'on y trouve fréquemment un étagement de formes et de dépôts — le fond de la daya est tapissé de limons gris qui recouvrent sur les versants des dépôts structurés en festons, de couleur rouge, à petits éléments anguleux (périglaciaire d'âge soltanien — wurmien); souvent aussi une véritable coulée rocheuse à gros blocs s'est installée dans le creux et domine le fond de plusieurs mètres (fig. 21). Il faut donc admettre un âge quaternaire ancien ou au moins quaternaire moyen pour la plupart d'entre elles et nous pouvons imaginer que la neige fut alors un facteur d'érosion actif, élargissant des creux préalablement façonnés en forme

de ravins; ces niches nivales furent en partie fossilisées à leur tour par des coulées rocheuses de réadaptation.

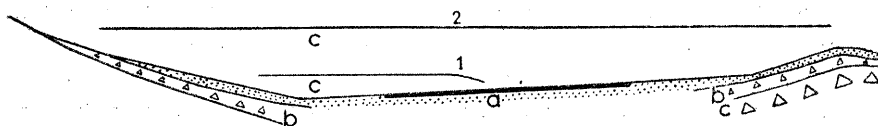


Fig. 21. Coupe schématique d'une daya près de Bab Tariouine

a. niveau gris ou noir avec la nappe d'eau; b. dépôt rouge caillouteux et limoneux de structure périglaciaire: Soltanien — Würmien; c. dépôt en vrac de blocs anguleux dispersés dans matière sablonneuse rouge: ce sont des dépôts de versant mais qui peuvent parfois se disposer en plusieurs niveaux — 1 et 2

Nous retrouvons le même étage à dayas dans le forêt de chênes-zeens autour de Bab-Berret.

#### LA HAUTE MONTAGNE RIFAINNE OCCIDENTALE

La route au-delà de Bab Tasiat (1600 m) pénètre dans un nouveau domaine morphologique, celui de la haute montagne rifaine, caractérisé d'abord par la multiplication des bancs de quartzites appartenant à la nappe des Ktama; les sommets atteignent 2000 m et le J. Tidirhine culmine à 2450 m. Le cèdre remplace le chêne-zeen. Les formes périglaciaires fossiles et actuelles abondent. Au refuge de Bab Beni Kassem nous admirons un épaisse grèze rharbienne de couleur grise — et tout le long de la route des formes nivales actuelles: petites niches installées de préférence sur le versant sous le vent, guirlandes de gazon.

#### Observations de M. Cailleux:

1° Arrêt dans la montée de Bab Taza, à 2 km à l'ouest du Col.

Les blocs et galets de grès, emballés dans l'argile blanche de base, sont non seulement bien émousés, mais aussi présentent des concavités, qui sont un bon indice d'altération chimique; l'usure mécanique au contraire donne aux blocs des formes plus convexes. Ceci vient à l'appui de l'interprétation de M. Maurer, qui me paraît être la plus vraisemblable.

Comme M. Maurer, je pense que les dépôts rouges à blocs anguleux, qui reposent sur les précédents, sont venus sur un relief façonné préalablement; mais je ne le suis plus lorsqu'il précise: „relief façonné sans doute par un ruissellement”. Même en conditions périglaciaires, le ruissellement est rare sur les versants, j'ai pu le constater au Groenland; il est pratiquement limité aux talwegs. En revanche, je rejoins M. Maurer lorsqu'il

propose, pour les dépôts rouges, des coulées de solifluxion. Quant à l'érosion actuelle, elle agit ici seulement aux endroits où végétation est arrachée; elle est anthropique.

2° Route entre El Matraou et Ketama. Les versants sud présentent à mipente quelques curieuses niches, ou replats, avec mares.

M. Dresch pense qu'elles peuvent résulter de décollements avec basculement.

M. Choubert fait remarquer qu'elles sont souvent près de la limite de deux unités tectoniques, celles du dessus (nappe du Tizirhen) plus gréseuse et perméable, celle du dessous moins perméable, schisto-marneuse.

Sur le terrain, M. Cailleux fait remarquer que la présence d'un niveau de suintements et sources peut évidemment faciliter les glissements; mais il peut aussi, en climat très froid, faciliter la formation de culots de glace, après la fusion desquels il resterait une mare; dans cette seconde hypothèse, les mares seraient des restes de culots de glace. M. Cailleux en a observé deux, actuels, au Groenland, dans la région de Disko, tous deux face au sud. Toutefois, l'altitude est ici bien basse. D'autre part, des mares après glissement, conformes à l'hypothèse de M. Dresch, ont été signalées par exemple par Helen D. Varnos dans le Colorado (Geol. Survey USA, circular 31, 1949, reprinted 1959)<sup>1</sup>.

30 octobre: Haut-Rif Central. Directeur: M. Maurer.

#### LE PAYS DES KTAMA ET LE JEBEL TIDIRHINE

Le pays des Ktama correspond à la partie la plus élevée de la chaîne et comprend trois groupes de formes = de hautes cuvettes à 1400—1500 m, appelées *llanos* ou plaines par les Espagnols, *issaguène* par les indigènes, dominées d'une part par les crêtes qui dépassent 2000 m, perchées d'autre part au-dessus des vallées des oueds qui, au sud, sont les affluents de l'Ouerrha et, au nord, de courts torrents méditerranéens.

Le *llano* où se trouve l'hôtel est une petite plaine allongée de quelques kilomètres de longueur, de un km de large, couverte d'une herbe courte, semée de quelques bosquets de cèdres, ayant tout à fait l'aspect des *almous* du Moyen Atlas.

<sup>1</sup> Note ajoutée après l'excursion.

L'histoire de cette plaine est complexe. Le remblaiement qui couvre tout le fond comprend trois termes (fig. 22): à la base un dépôt de pente de couleur rouge avec petits éléments de quartzites disposés en vrac; visible sur les bordures, il disparaît sous la plaine recouvert par un autre dépôt de versant gris, parfois noir, comprenant des éléments beaucoup

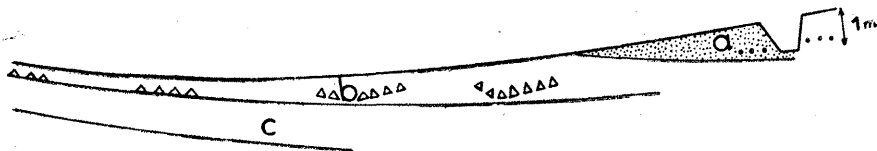


Fig. 22. Coupe dans Llanos Amarillos

a. grès alluvial; b. grès noir de versant avec festons dans les cailloutis de base; c. dépôt rouge de versant à éléments plus grossiers: Soltanien — Würmien

plus fins, souvent limoneux, avec à la base des lits de cailloux qui ravinent les formations rouges et qui se disposent souvent en festons de type péri-glaciaire; enfin dans le centre de la plaine une terrasse gris-clair est emboîtée dans les deux formations précédentes; à certains endroits les lits limoneux qui la constituent sont déformés par petits plissements, déformations peut-être dues au froid ou bien plutôt à une solifluction récente et localisée. Nous appellerons le terme de base Soltanien-Wurmien — recouvert par un Rharbien de versant correspondant à la toute dernière phase climatique plus humide, et Rharbien récent, purement alluvial, les dépôts de la dernière terrasse.

#### L'EXTREMITÉ AVAL DE LA PLAINE DES LLANOS

Au-dessus de ces remblaiements qui donnent une certaine mollesse de forme, nous trouvons deux niveaux topographiques: l'un, bas, comprenant des dépôts émousés et prenant souvent l'allure d'une terrasse, l'autre, un peu plus élevé, à 10 m au-dessus de la plaine à l'aval, mais qui vers l'amont, autour de l'hôtel, se confond avec la surface générale du llano; il est couvert sur un ou deux mètres d'épaisseur de blocs de quartzites dont les arêtes seules ont été émousées.

Vers l'aval ce dernier niveau se termine brutalement au-dessus de l'oued Ktama qui s'encaisse rapidement mais il est en même temps emboîté dans une surface générale très ancienne dont nous voyons les restes sous forme de grands éperons plats en surface et qui vont se rattacher directement aux hautes crêtes.

## LA MONTAGNE DU TIDIRHINE AUX ENVIRONS DU DOUAR AZILA

Le village et ses petits champs entourés de murettes de pierres sont installés au débouché d'un vallon venant de la haute crête, sur un cône qui dans le détail se compose des éléments suivants:

1. une coulée rocheuse, très épaisse (10—15 m, fig. 23) dans laquelle on retrouve de très gros blocs non émoussés, datée Quaternaire ancien, car elle est emboîtée vers l'aval dans la surface la plus élevée jalonnée par toute une série de hautes croupes;

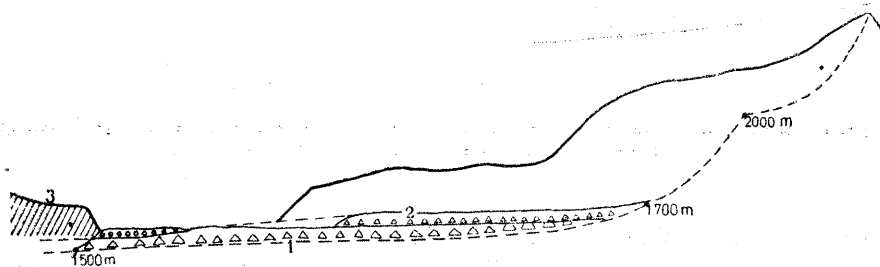


Fig. 23. Coupe schématique du cône d'Azila

1. coulée ancienne; 2. coulée plus récente et qui fait place vers l'aval à une terrasse emboîtée dans la coulée ancienne; 3. surface primitive taillée dans la roche en place

2. une seconde coulée, moins épaisse, recouvre la première à l'amont du cône et dans le vallon, en formant un ressaut topographique. Cette forme en retrait correspond à une période moins active morphologiquement, sans doute d'âge quaternaire moyen; vers l'aval cette dernière coulée fait place à une terrasse où apparaissent alors les émoussés et qui s'emboîte dans la plus ancienne.

Enfin un remaniement superficiel, à matériaux plus fins couvre la plus grande partie des deux coulées précédentes et passe à une terrasse limoneuse rouge (Soltanien—Wurmien); c'est dans celle-ci qu'est emboîtée la terrasse grise.

Ces coulées aboutissent, dans la partie amont du vallon, à une gorge taillée dans un éperon de roche en place qui isole de l'aval une vallée profonde, entaillant toute la paroi recheuse jusqu'aux crêtes et dont les flancs s'ouvrent en amphithéâtres. Nous la caractérisons par le mot de *cirque*, car c'est bien une forme glaciaire.

Dans le détail on distingue même un étagement dans ce cirque: une partie supérieure vers 2000 m séparée d'une partie inférieure par un bourrelet discontinu de roches moutonnées. Il est difficile de donner un âge, mais sans doute la forme majeure date-elle du Quaternaire ancien, et les niches au-dessus de 2000 m du Quaternaire moyen.

D'autres cirques se retrouvent à l'est et à l'ouest et également sur le versant sud de la crête où ils prennent une forme de demi-bols. Quant aux coulées rocheuses issues de ces cirques, elles sont plus des formes postglaciaires de réadaptation que de véritables moraines.

Tous les versants de ce haut pays présentent des oppositions de forme et de structure — ceux qui regardent vers le nord sont recouverts de haut en bas d'un manteau de débris, renouvelés et remis en mouvement sans doute à chaque période humide du Quaternaire; la cédraie s'installe volontiers sur ces sols épais. Au contraire les versants qui regardent vers le sud ne sont qu'exceptionnellement couverts: le cas le plus fréquent est celui d'une surface décapée où la roche à nue apparaît partout. Plus de cèdres, mais seulement des boisements de chênes-lièges lorsqu'un peu de sol s'est conservé. Moins sensible mais pourtant réelle est l'opposition entre versants orientés à l'ouest, généralement décapés par le ruissellement, et ceux qui regardent vers l'est, couverts par des bourrelets de solifluction fossile.

Nous retrouvons presque partout sur ces versants un étagement de formes périglaciaires actuelles: au-dessus de 1500 m et jusqu'à 1700 m des phénomènes mineurs, buttes et guirlandes de végétation; à partir de 1700 m, des phénomènes majeurs comme les polygones de pierres (Bab Tizi).

#### APERÇU SUR LE BASSIN DE TARGUIST

Le bassin de Targuist se trouve en position analogue à celui de Tamorot à l'ouest; mais ici les dimensions sont plus vastes à cause de la plus grande extension des marnes sénoniennes comprises entre les bancs de quartz-

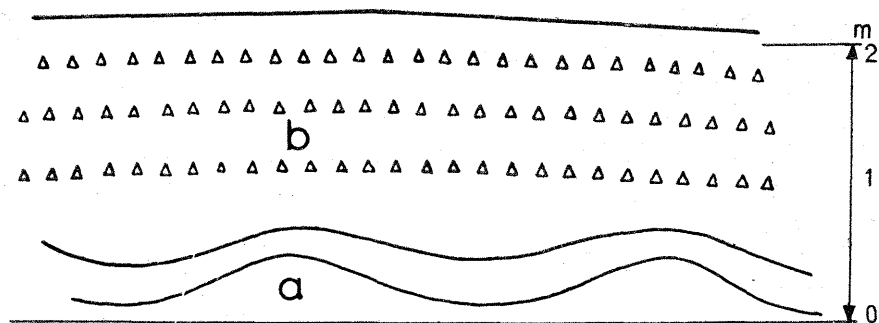


Fig. 24. Coupe dans le Soltanien du bassin de Targuist

a. festons; b. éboulis ordonnés, lits de cailloux séparés par lits de limon

tes des Ktama au sud et les grès de la nappe du Tisirene au nord. Les versants très réguliers s'ordonnent au pied des crêtes en longs glacis au profil tendu, fait inconnu dans le Rif occidental; la forêt de cèdre a disparu et le pays donne l'impression d'être dénudé, malgré quelques vergers d'amandiers autour des hameaux.

A l'extrémité orientale de l'itinéraire, à 20 km des *llanos*, à 1400—1450 m d'altitude, par suite de la sécheresse, disparaissent les dernières traces de la solifluction fossile et des coulées rocheuses chaotiques qui caractérisaient le Rif occidental. Les versants ont des pentes régulières qui se composent très souvent d'une accumulation superficielle soltanienne d'environ deux mètres d'épaisseur, comprenant à la base des cailloux enrobés dans un limon et disposés en festons, et au-dessus des éboulis ordonnés, indice d'un climat froid mais sec. Quant à l'érosion actuelle elle agit essentiellement par ruissellement.

*31 octobre: 1<sup>ère</sup> partie — Traversée du Rif et du Prérif occidental, de Chichaouene à Ouezzane. Directeur: M. Maurer.*

Dès le départ de Chichaouene, nous retrouvons le paysage déjà décrit au cours des deux précédentes journées: étagement de longs versants couverts de blocs de grès au pied des massifs numidiens des J. Sougna et J. Rhesana, et, dans les marnes sénoniennes, toute la gamme des formes de solifluction. Nous gagnons la haute vallée de l'Oued Loukos qui s'élargit rapidement et dessine bientôt un couloir de plaines bordées par un beau système de terrasses. Nous retrouvons le schéma maintenant classique des trois terrasses, étagées les unes au-dessus des autres, en plus de la banquette grise rharbienne; à certains endroits, entre la plus élevée (Quaternaire ancien) et celle datée du Quaternaire moyen, se développe parfois un niveau intermédiaire souvent mal venu.

A partir de la maison forestière de l'Oued Ourhane, la route quitte les marnes sénoniennes pour pénétrer dans les gorges installées dans les grès de la forêt de la forêt d'Isarene, fenêtre géologique en milieu déjà pré-rifain et dont les roches rappellent, par leurs faciès, celles de la nappe des Ktama.

Remontant la vallée, nous débouchons dans la plaine amont de l'Oued Ourhane: sur les versants marneux, l'érosion actuelle n'agit pas par ravissements, ni par coulées de solifluction, mais par glissements superficiels de type *creep*. Le chiffre relativement modéré du total pluviométrique annuel explique sans doute cette impression d'équilibre morphologique.



Au sud de la plaine, la ville blanche d'Ouezzane s'est adossée à un banc gréseux oligocène, en une position rappelant celle de Chichaouene, mais avec moins de grandeur.

*31 octobre : 2<sup>ème</sup> partie — Le Rharb : Directeur : M. Le Coz (Rabat).*

A partir d'Aïn-Defali le paysage se modifie: les reliefs s'atténuent, les lignes horizontales l'emportent. On abandonne la montagne rifaine pour les collines et les plaines du Rharb.

Le Rharb (étymologiquement: Pays de l'Ouest) est, une province morphologique correspondant à une unité géologique: région de subsidence où se sont empilés des dépôts marins (miocène et pliocène) ou continentaux (quaternaire), à une unité climatique: bas-pays le plus humide du Maroc avec des précipitations annuelles essentiellement de saison froide de 450 à 650 mm favorisant plutôt le décapage et la solifluction que le ravinement, à une unité hydrologique: bassin inférieur du Sebou. C'est également une région humaine: pays de cultivateurs sédentaires Bni Malek et Sefiane sur la rive droite du Sebou, Bni Ahsen sur la rive gauche, Cherarda à l'Est entre Sebou et Rdom), qui a connu une très importante colonisation européenne, privée ou officielle.

#### LE HAUT-RHARB

La subsidence généralisée s'est arrêtée ici à la fin du tertiaire. Après le retrait de la mer miocène s'est élaboré sur le pourtour du Rif une sorte de glacis périclinal qui fut recouvert par des dépôts villafranchiens et salétiens. Ces glacis furent ensuite déformés par des mouvements assez doux en dômes et cuvettes que les érosions ultérieures ont très inégalement retouchés. Les secteurs anticlinaux ont été défoncés et déblayés par des vallées (inversion du relief), le fond des cuvettes où la subsidence s'est poursuivie jusqu'au Quaternaire moyen a été remblayé par des alluvions soltaniennes et rharbiennes. Ce schéma a été perturbé par le jeu de la nappe riffaine masquée par le miocène.

De la côte de Had-Kourt (191 m) on découvre les éléments suivants (fig. 25):

1. un moutonnement de collines miocènes, à longs versants convexes et sommets aplanis (dahar = dos) qui s'ordonnent en 2 ou 3 niveaux.

Le sol (tirs gris) est entraîné par glissement: les versants évoluent parallèlement à eux-mêmes;

2. le talus d'Had-Kourt est une cuesta limitant un synclinal villafranchien, avec de bas en haut: marnes miocènes, argiles rouges du villafranchien supérieur, galets de dimensions variables et sables interstratifiés du Moulouyen;

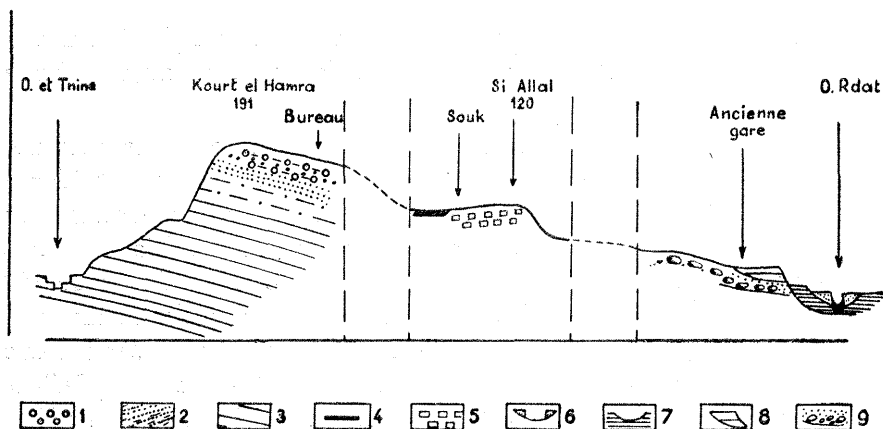


Fig. 25. La cuvette de Had Kourt

1. conglomérats moulouyens; 2. formations rouges villafranchiennes; 3. argiles miocènes; 4. dalle ferrugineuse; 5. Salétien cryoturbé; 6. Rharbien (dhess); 7. Soltanien; 8. Tensiftien; 9. Amirien

3. la cuvette d'Had-Kourt remblayée par des dépôts salétiens: gros galets parallélépipédiques soumis à la cryoturbation; éclatement, esquisses de guirlandes, poches de remplissage;

4. le Jebel Kourt (443 m) anticlinal de grès miocènes déposés dans un haut-fond au-dessus d'un plis complexe de la nappe qui a joué à plusieurs reprises.

Sur les bords de l'O. Rdat une tranchée de la route et les berges de la rivière montrent un emboîtement de terrasses soltano-rharbiennes et tensifto-amiriennes.

Au-dessus de la vallée de l'Ouerrha le Bled El Mogra (70—90 m) dominé par un pointement d'éocène encroûté (155 m) correspond à la surface moulouyenne avec de bas en haut les dépôts suivants: petits cailloutis parfois cimentés en un conglomérat, 5 mètres de limon gris coupés de petits bancs calcaires, croûte, sol rouge-brun riche terre à céréales et vigne.

La vallée de l'Ouerrha à son entrée dans la plaine est toute remblayée

par des alluvions rharbiennes: deux niveaux de dhess, surmontant le Soltanien. En amont vers Jorf El Mellah bel emboîtement de 5 niveaux de terrasses.

#### LA PLAINE DU RHARB

Du pont du Sebou à Sidi Abd El Aziz à celui du Beht à Sidi-Slimane on traverse la partie orientale de la plaine du Rharb (altitude 20 m) dont l'axe est l'Oued Rdom. Le sol se distribue en une série de bandes parallèles à chacune des trois rivières: dhers, tirs et hamris (tirsifiés):

1. *dhess* — limons gris à moyenne teneur en calcaire, à structure peu marquée, perméables, avec une variante *m'till* plus récente et plus sabieuse;

2, *tirs* — sols argileux de couleur noire, peu calcaires, à structure prismatique grossière se découpant dans les zones de culture en mottes polyédriques: de la brique en été, de la boue en hiver. Le *ferchech* ou tirs gris est une forme de transition entre dhess et tirs;

3. *hamris* — sols argileux rouges généralement tirsifiés en surface.

Les hamris sont à rattacher au Soltanien, les dhess et les tirs au Rharbien. Dans cette succession „rouge-noir-gris” A. Pujos voit les trois étapes de la chronologie du quaternaire récent. Les géographes pensent plus volontiers que le „noir” n'a pas la même valeur que les deux autres types de dépôts, qu'il résulte d'une altération pédologique en milieu humide s'étalant selon les circonstances locales du fini-soltanien à l'actuel. Cette hypothèse des terrasses de Beht en amont de Sidi-Slimane.

#### LE RHARB MERIDIONAL — LES TERRASSES DE L'OUED BEHT

Au sud d'une ligne Sidi-Slimane—Sidi-Kacem le Rharb prend l'aspect d'un glacié montant doucement de 30 m à 150 m pour s'appuyer sur les rides pré-rifaines les plus occidentales (Jbel Outita 686 m). Aux pieds de ces reliefs le plateau du Zrar avec en surface une croûte calcaire surmontée d'un sol brun-rouge correspond à la surface moulouyenne: riche terroir à céréales et vigne comme le Bled El Mogra.

La vallée de l'Oued Beht de plus en plus enfoncée dans ce plateau vers le Sud offre des exemples particulièrement significatifs des combinaisons de dépôts alluviaux: par superposition en aval, par emboîtement en amont. Ce système est commandé par l'action de flexures qui ont joué jusqu'à une date récente et déplacé le „point neutre” de Dar-Bel-Hamri vers Sidi-Slimane (fig. 26).

Aux environs de Sidi-Slimane: situation de superposition: large étalement de dhess sur les limons rosâtres soltaniens qui eux-mêmes masquent les dépôts antérieurs.

A la hauteur du cimetière de Sidi Daoui (5 km au S de Sidi-Slimane) situation intermédiaire: les dépôts superposés de dhess et de soltanien s'emboîtent légèrement dans une terrasse tensiftienne; en plus une banquette de m'till.

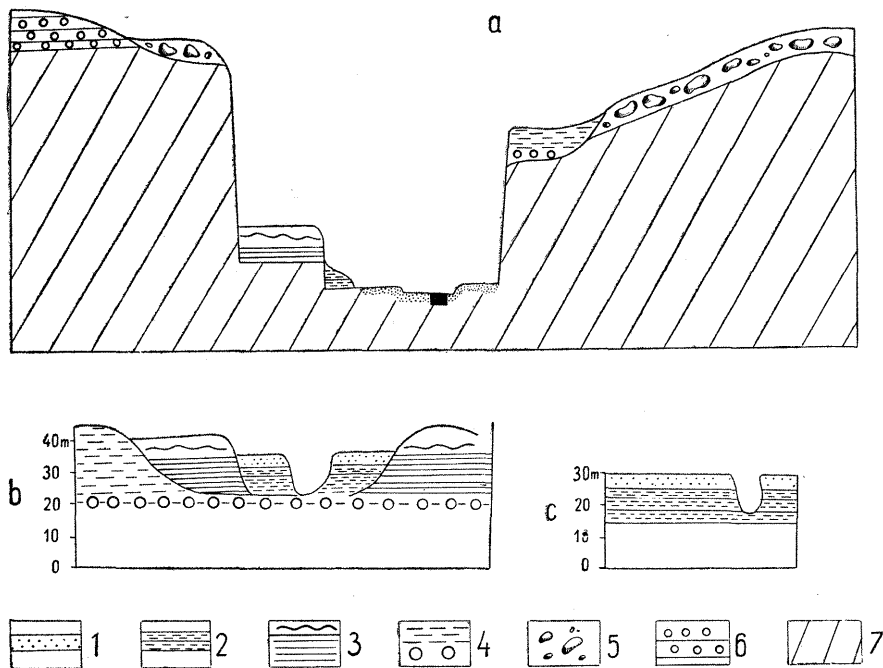


Fig. 26. Les alluvions de l'O. Beht: a. emboîtement de terrasses à S<sup>i</sup> Mohamed-ech-Chleuh, b. superposition et emboîtement à S<sup>i</sup> Daoui, c. superposition à S<sup>i</sup> Slimane

1. Rharbien (dhess); 2. Soltanien (limons et cailloutis); 3. Tensiftien (limons et cailloutis); 4. Amirien (limons à conglomérats); 5. Salétien (gros galéts); 6. Moulouyen (cailloutis et croûte); 7. Tertiaire

En face de Dar-Bel-Harmi (10 km au S de Sidi-Slimane) des limons rouges recouvrent un vaste épandage coillouteux du Quaternaire moyen et ancien.

Au Sud de la grande flexure de Dar-Bel-Hamri l'éventail des terrasses s'ouvre. En face du marabout de Sidi Mohamed Ech Chleuh belle terrasse amirienne avec conglomérat de base et limons à poupées d'où l'on découvre l'emboîtement de six niveaux de terrasses quaternaires.

Observations de M. Cailleux:

1° Chechaouene. Les coulées de solifluxion sont très belles. A mon avis, celle que coupe la route est figée. Sous le climat actuel, il suffit des oliviers et de quelques autres plantés pour la fixer; à fortiori devait-il en être de même sous la forêt naturelle. Je pense que lorsque la solifluxion a eu lieu, la végétation était plus maigre, herbacée, insuffisante pour empêcher le glissement, et que le climat devait lui être plus défavorable, entre autres plus froid.

2° Fentes à galets dressés de Had-Kourt (dans le Rharb). Deux choses sont sûres: il y a eu des fentes, et des galets sont tombés dedans.

Y a-t-il eu de la glace dans les fentes? Cela ne me paraît pas prouvé ici. Nous sommes sur une pente, et le cailloutis repose sur des marnes: deux circonstances qui ont pu permettre des décollements. D'autre part, s'il y avait eu fentes à remplissage de glace, ceci impliquerait un climat très sévère, aussi sévère que celui de la Sibérie du Nord ou de l'Alaska central et du Nord, avec sol gelé permanent, ce qui serait étonnant à si basse altitude (moins de 200 m) et à cette latitude (34°).

Les fentes vues ici sont à rapprocher de celles de Douar Doum près de Rabat. Il serait intéressant d'avoir des unes et des autres une description détaillée, avec un plan si possible.

Au cours de l'une des dernières journées d'excursion, M. Cailleux présente les observations suivantes:

Nos distingués confrères du Maroc nous ont montré, surtout en altitude, des signes très nets de climats quaternaires plus froids que l'actuel, datant des époques glaciaires. Ils nous ont montré aussi des épandages de cailloutis (Moulouyen, Salétien... etc.) des mêmes époques, qui, surtout à plus basse altitude, affectent de très vastes étendues; ils les ont qualifiés pluviaux.

Ainsi les phases froides, glaciaires, auraient été selon eux, aussi des phases pluviales. Je le crois d'autant plus volontiers que partout, au Nord du Tropique, on aboutit à des conclusions semblables (USA... etc.). Toutefois au Maroc une difficulté se présente. Aujourd'hui, ce pays est à cheval entre les zones aride (Présahara) et humide (Rif... etc.). Si, lors des phases froides, le climat a été plus humide, la végétation a pu être un peu favorisée de ce fait. Comment se fait-il alors qu'on ait eu justement à ces mêmes époques des écoulements en nappe ou diffus étendus en largeur, puisqu'on sait qu'ils sont favorisés, au contraire, par l'espacement et la maigreur des touffes végétales, comme cela se voit par exemple en Arizona?

Du côté du Sahara, on pourrait imaginer avec M. Raynal que la recrudescence de pluviosité, lors des phases froides, a été trop légère, insuffi-

sante pour autoriser une végétation serrée, et qu'elle a laissé au contraire une bonne partie du sol encore à nu, et en proie au ruissellement. Mais cette explication est bien difficile à étendre au versant atlantique, où la végétation naturelle actuelle est une bonne forêt de chêne-liège. Par exemple, dans la forêt entre Temara et Ain-el-Aoucha, sous chêne-liège et avec sous-bois de *Chamaerops humilis* et d'herbe rare, en terrain horizontal ou en pente faible ( $2^\circ$ ), je n'ai observé aucune trace du ruissellement actuel: le sol, à la mi-octobre, y est couvert à 95% de feuilles mortes; l'épaisseur est de 1 à 5 feuilles, en moyenne de 3; litière modeste, tout à fait analogue à celle des rares témoins de forêt de chênes aux environs de Los Angeles, et comme elle, suffisante pour protéger la sable ou la terre sous-jacentes et pour favoriser l'absorption de la pluie. De telles conditions, réalisées de nos jours, sont très défavorables aux écoulements diffus et en nappe, et nul d'ailleurs ne conteste que ce sont les écoulements linéaires qui règnent aujourd'hui dans le Maroc atlantique. Mais alors, pour expliquer les épandages des phases froides-pluviales, il nous faut trouver un facteur antivégétation. Est-ce le froid? ou bien faut-il imaginer autre chose, par exemple une plus faible teneur de l'atmosphère en  $\text{CO}_2$ ? Ceci est-il conciliable avec les croûtes calcaires des sols, et les travertins si développés entre Meknès, Ifrane et Fès? Il y a là, en tout cas, un bien intéressant problème offert à la sagacité de nos distingués confrères marocains.

Réponse de M. Raynal: C'est dans le Maroc actuellement semi-aride que l'on constate le mieux la concordance chronologique des périodes froides, des „pluviaux” et du développement des phénomènes d'écoulement en nappes ou écoulements boueux selon les cas. Mais le NO du Maroc atlantique semble être un domaine climatique exceptionnel. Il l'est du fait de son humidité, même actuellement. Et il l'est précisément aussi, comme M. Maurer l'a montré, dans son évolution géomorphologique: le maximum d'un pluvial ne s'accompagne pas ici de phénomènes d'écoulement diffus, mais il est marqué par un alluvionnement fluvial au fond des vallées. Les époques de travail sur les versants semblent être des périodes de transition climatique. Il y a donc un certain décalage chronologique dans la série des faits par rapport aux régions semi-arides.